

10/089602

CT/JP00/00703

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

EKU

28.09.00

JPO/6708

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 9月30日

REC'D 17 NOV 2000

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第279680号

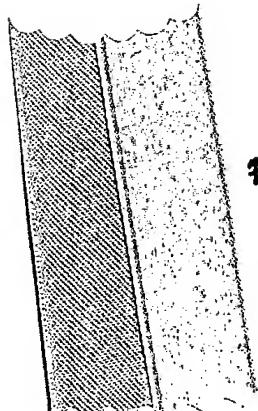
WIPO PCT

出願人
Applicant(s):

日本電気株式会社

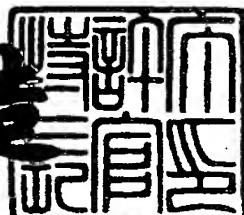
PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年11月 6日



特許庁長官
Commissi ner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3089920

【書類名】 特許願
【整理番号】 51105475
【提出日】 平成11年 9月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01P 1/18
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 丸本 恒久
【特許出願人】
【識別番号】 000004237
【氏名又は名称】 日本電気株式会社
【代理人】
【識別番号】 100064621
【弁理士】
【氏名又は名称】 山川 政樹
【電話番号】 03-3580-0961
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 006194
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9718363
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移相器およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロマシンスイッチのオン／オフ制御により高周波信号の通過位相を切り換える移相器において、

前記マイクロマシンスイッチは、

互いに離間して配置された第1および第2の分布定数線路と、

前記第1または第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、

一端が前記第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が前記第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、

前記第1および第2の分布定数線路の他方と前記カンチレバーとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、

この第1の絶縁手段と共に前記第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備えることを特徴とする移相器。

【請求項2】 高周波信号が伝搬する主線路と、

この主線路に接続されると共に先端が開放された第1の分布定数線路と、

この第1の分布定数線路の先端と離間するように配置されかつ先端が開放された第2の分布定数線路と、

一端が前記第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が前記第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、

前記第1または第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、

前記第1および第2の分布定数線路の他方と前記カンチレバーとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、

この第1の絶縁手段と共に前記第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備えることを特徴とする移相器。

【請求項3】 高周波信号が伝搬する主線路と、

この主線路に接続されると共に先端が開放された第1の分布定数線路と、

この第1の分布定数線路の先端と離間するように配置された接地と、

一端が前記第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が前記第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、

前記第1または第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、

前記第1および第2の分布定数線路の他方と前記カンチレバーとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、

この第1の絶縁手段と共に前記第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備えることを特徴とする移相器。

【請求項4】 請求項2または3記載の移相器において、

前記第2の絶縁手段は、前記主線路の途中に形成された2個のキャパシタにより構成され、

前記第1の分布定数線路および前記第1の制御信号線は共に、前記2個のキャパシタの間の前記主線路に電気的に接続されることを特徴とする移相器。

【請求項5】 請求項2記載の移相器において、

前記第1の制御信号線は、前記第2の分布定数線路に電気的に接続され、

前記第2の絶縁手段は、前記第2の分布定数線路の開放された先端により構成されることを特徴とする移相器。

【請求項6】 寸断箇所のある第1の分布定数線路と、互いに電気長の異なる2本の第2の分布定数線路と、前記第1の分布定数線路の寸断箇所を短絡する前記第2の分布定数線路を切り換えて高周波信号の通過位相を変化させるマイクロマシンスイッチとを備えた移相器において、

前記マイクロマシンスイッチは、

前記第2の分布定数線路毎に設けられ、一端が前記第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が前記第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、

一方の前記第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第2の制御信号を印加する第2の制御信号線と、

他方の前記第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ前記第2の制御信号と相補な第3の制御信号を印加する第3の制御信号線と、

前記第1および第2の分布定数線路の他方と前記各カンチレバーとの対向領域にそれぞれ形成された第1の絶縁手段と、

これらの第1の絶縁手段と共に前記第2および第3の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備え、

前記第2および第3の制御信号線により第1の制御信号線が構成されることを特徴とする移相器。

【請求項7】 寸断箇所のある第1の分布定数線路と、互いに電気長の異なる2本の第2の分布定数線路と、前記第1の分布定数線路の寸断箇所を短絡する前記第2の分布定数線路を切り換えて高周波信号の通過位相を変化させるマイクロマシンスイッチとを備えた移相器において、

前記マイクロマシンスイッチは、

前記第2の分布定数線路毎に設けられ、一端が前記第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が前記第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、

前記第1の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、

前記第1および第2の分布定数線路の他方と前記各カンチレバーとの対向領域にそれぞれ形成された第1の絶縁手段と、

これらの第1の絶縁手段と共に前記第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備え、

前記各第2の分布定数線路には前記第1の制御信号の2状態の各電圧値と同等の定電圧がそれぞれ印加されることを特徴とする移相器。

【請求項8】 請求項6または7記載の移相器において、

前記カンチレバーは、前記各第2の分布定数線路の両端にそれぞれ設けられることを特徴とする移相器。

【請求項9】 請求項1～8いずれか1項記載の移相器において、

前記第1の絶縁手段は、前記第1および第2の分布定数線路の他方の上面と前記カンチレバーの下面の少なくとも一方に形成された絶縁膜であることを特徴とする移相器。

【請求項10】 請求項1～9いずれか1項記載の移相器において、

前記第1の制御信号線に接続されかつ前記高周波信号の通過を阻止する第1の高周波信号阻止手段を備えることを特徴とする移相器。

【請求項11】 請求項10記載の移相器において、

前記第1の高周波信号阻止手段は、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第1の制御信号線が電気的に接続される方に一端が接続されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、

前記高インピーダンス線路の他端に一端が接続されると共に他端が開放されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって前記高インピーダンス線路の特性インピーダンスよりも小さな特性インピーダンスを有する低インピーダンス線路とからなり、

前記第1の制御信号線は、前記高インピーダンス線路の他端に接続されていることを特徴とする移相器。

【請求項12】 請求項10記載の移相器において、

前記第1の高周波信号阻止手段は、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第1の制御信号線が電気的に接続される方に一端が接続されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、

一方の電極が前記高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他方の電極が接地に接続されたキャパシタとからなり、

前記第1の制御信号線は、前記高インピーダンス線路の他端に接続されていることを特徴とする移相器。

【請求項13】 請求項10記載の移相器において、

前記第1の高周波信号阻止手段は、インダクタンス素子からなることを特徴とする移相器。

【請求項14】 請求項10記載の移相器において、

前記第1の高周波信号阻止手段は、前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも十分大きなインピーダンスを有する抵抗素子からなることを特徴とする移相器。

【請求項15】 請求項14記載の移相器において、

前記抵抗素子は、前記第1の制御信号線に直列に挿入されていることを特徴とする移相器。

【請求項16】 請求項14記載の移相器において、

前記抵抗素子は、一端が前記第1の制御信号線に接続されると共に他端が開放されていることを特徴とする移相器。

【請求項17】 請求項1～16いずれか1項記載の移相器において、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に電気的に接続されかつ静電誘導により発生する電荷を充放電する第4の制御信号線を備えることを特徴とする移相器。

【請求項18】 請求項1～16いずれか1項記載の移相器において、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に電気的に接続されかつ前記第1の制御信号と逆の極性を有する定電圧を印加する第4の制御信号線と、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第4の制御信号線の電気的に接続される方に形成されかつ前記第2の絶縁手段と共に前記第4の制御信号線より印加される前記定電圧の電圧値を保持する第3の絶縁手段とを備えることを特徴とする移相器。

【請求項19】 請求項17または18記載の移相器において、

前記第4の制御信号線に接続されかつ前記高周波信号の通過を阻止する第2の高周波信号阻止手段を備えることを特徴とする移相器。

【請求項20】 請求項19記載の移相器において、

前記第2の高周波信号阻止手段は、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に一端が接続されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、

一端が前記高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他端が開放されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって前記高インピーダンス線路の特性インピーダンスよりも小さな特性インピーダンスを有する低インピーダンス線路とからなり、

前記第4の制御信号線は、前記高インピーダンス線路の他端に接続されていることを特徴とする移相器。

【請求項21】 請求項19記載の移相器において、

前記第2の高周波信号阻止手段は、

前記第1および第2の分布定数線路のうち前記第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に一端が接続されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長で前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、

一方の電極が前記高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他方の電極が接地に接続されたキャパシタとからなり、

前記第4の制御信号線は、前記高インピーダンス線路の他端に接続されていることを特徴とする移相器。

【請求項22】 請求項19記載の移相器において、

前記第2の高周波信号阻止手段は、インダクタンス素子からなることを特徴とする移相器。

【請求項23】 請求項19記載の移相器において、

前記第2の高周波信号阻止手段は、前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも十分大きなインピーダンスを有する抵抗素子からなることを特徴とする移相器。

【請求項24】 請求項23記載の移相器において、

前記抵抗素子は、前記第4の制御信号線に直列に挿入されていることを特徴とする移相器。

【請求項25】 請求項23記載の移相器において、

前記抵抗素子は、一端が前記第4の制御信号線に接続されると共に他端が開放されていることを特徴とする移相器。

【請求項26】 請求項1または2記載の移相器において、

前記第1および第2の分布定数線路にそれぞれの一端が接続されかつ前記高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって前記第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する第1および第2の高インピーダンス線路と、

一方の電極が前記第1の高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他方の電極が前記第2の高インピーダンス線路の他端に接続されたキャパシタとを備え、

前記第1の高インピーダンス線路の他端は、前記第1の制御信号線に接続され、

前記第2の高インピーダンス線路の他端は、接地に接続されていることを特徴とする移相器。

【請求項27】 基板上に主線路の一部と、この主線路の一部に接続された第1の分布定数線路と、端部が前記第1の分布定数線路の端部と離間する第2の分布定数線路と、前記主線路の一部に接続された制御信号線とを形成する第1の工程と、

前記第1および第2の分布定数線路の隙間から前記第1または第2の分布定数線路の端部にかけての領域上に犠牲層を形成する第2の工程と、

前記犠牲層上における前記第1または第2の分布定数線路の端部と対向する部分に第1の絶縁膜を形成すると共に、前記主線路の一部の両端上に第2の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記犠牲層が形成されていない前記第2または第1の分布定数線路の端部から前記犠牲層上の前記第1の絶縁膜に至る部分に金属からなるカンチレバーを形成すると同時に、前記第2の絶縁膜上から前記基板上に主線路の他部を形成する第

4の工程と、

前記犠牲層を除去する第5の工程とを備えることを特徴とする移相器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スイッチング素子のオン／オフ制御により高周波信号の通過位相を切り換える移相器に関し、特に、スイッチング素子としてマイクロマシンスイッチが使用される移相器に関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、移相器に使用されるスイッチング素子について、マイクロマシンスイッチの使用可能性が指摘されている。このマイクロマシンスイッチは、微細に機械加工されたスイッチング素子であり、PINダイオードスイッチなどの他の素子に比べて損失が少なく、低コスト・低消費電力であるという特徴を有している。このマイクロマシンスイッチには、例えば特開平9-17300号公報記載のものがある。

【0003】

図31は、公知の移相器に前記公報記載の従来のマイクロマシンスイッチを使用した場合の平面図である。なお、主線路201を伝搬する高周波信号RFの波長をλとする。

図31に示した移相器は、ローデッドライン形の移相器である。すなわち、主線路201には先端開放された2本のスタブ202a, 202bが互いにλ/4離れて接続されており、更に、やはり先端開放された別の2本のスタブ203a, 203bがスタブ202a, 202bの先端を離して配置されている。スタブ202a, 203a間には、コンタクト215を有するマイクロマシンスイッチ209aが配置されており、また、スタブ202b, 203b間には、同じくマイクロマシンスイッチ209bが配置されている。

【0004】

マイクロマシンスイッチ209a, 209bがオフであるとき、主線路201にはスタブ202a, 202bのみが装荷される。一方、マイクロマシンスイッチ209a, 209bがオンとなると、マイクロマシンスイッチ209a, 209bのコンタクト215を介して、更にスタブ203a, 203bが装荷されることとなる。したがって、マイクロマシンスイッチ209a, 209bをオン／オフ制御することにより、主線路201に装荷されるスタブの電気長を変化させることができる。

【0005】

主線路201側からみたスタブのサセプタンスは、装荷されるスタブの電気長により変化する。その一方で、このサセプタンスにより主線路201の通過位相が変化する。したがって、マイクロマシンスイッチ209a, 209bをオン／オフ制御することにより、主線路201を伝搬する高周波信号RFの移相量を切り換えることができる。

【0006】

次に、図32および図33を用いて、図31に示した従来のマイクロマシンスイッチ209bの構成および動作を説明する。図32は、マイクロマシンスイッチ209bを拡大して示す平面図である。図33は、マイクロマシンスイッチ209bの断面図であり、図33(A)は図32におけるC-C'線方向の断面図、図33(B)は同じくD-D'線方向の断面図、図33(C)は同じくE-E'線方向の断面図である。

【0007】

スタブ202b, 203bは僅かな隙間を有して、基板210上に形成されている。これらのスタブ202b, 203bと離間する基板210上の位置に、下部電極211が形成されている。また、スタブ202b, 203bの隙間から下部電極211への延長線上にあたる基板210上の位置に、ポスト212が形成されている。

【0008】

ポスト212の上面にはアーム213の基部が固定されている。このアーム213は、ポスト212の上面から下部電極211の上方を経て、スタブ202b

， 203bの隙間上方まで延在している。アーム213は絶縁部材により形成される。

アーム213の上面には上部電極214が形成されている。この上部電極214は、ポスト212上から下部電極211上にかけて延在している。

アーム213の先端部下面には、コンタクト215が形成されている。コンタクト215は、スタブ202bの端部上方から、隙間を跨いで、スタブ203bの端部上方まで形成されている。

【0009】

さらに、下部電極211には制御信号線204が接続されている。下部電極211には、この制御線路204より、マイクロマシンスイッチ209bをオン／オフ制御してスタブ202b，203bの接続状態を切り換える制御信号が印加される。

【0010】

下部電極211に制御信号として電圧が印加される場合、例えば正の電圧が印加されると、下部電極211の表面に正電荷が発生すると共に、対向する上部電極214の下面に静電誘導により負電荷が現れ、両者間の吸引力により上部電極214は下部電極211側に引き寄せられる。これによりアーム213が湾曲して、コンタクト215が下方に変位する。そして、コンタクト215がスタブ202b，203bの両方に接触すると、スタブ202b，203bはコンタクト215を介して高周波的に接続される。

また、下部電極211への正の電圧の印加が停止されると、吸引力がなくなるので、アーム213の復元力によりコンタクト215は元の離間した位置に戻る。これにより、スタブ202b，203bが開放される。

【0011】

なお、図31に示したマイクロマシンスイッチ209aも、ここで説明したマイクロマシンスイッチ209bと同様の構成を有しており、同様に動作する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図31に示した従来のマイクロマシンスイッチ209bは、ス

タブ202b, 203b間を接続／開放するコンタクト215以外に、コンタクト215を支持するためにポスト212とアーム213とが必要であり、またコンタクト215の変位を制御するために更に下部電極211と上部電極214とが必要である。このため、マイクロマシンスイッチ209bは大きく、立体構造が複雑であった。マイクロマシンスイッチ209aについても同様である。

【0013】

このようなマイクロマシンスイッチ209a, 209bを移相器に使用しては、マイクロマシンスイッチ209a, 209bを配置するために大面積が必要となり、移相器全体の大型化を招くという問題があった。また、複雑な構造を有するマイクロマシンスイッチ209a, 209bを製造するためには多くの工程が必要であり、移相器の製造プロセスが複雑化するという問題があった。

【0014】

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、スイッチング素子としてマイクロマシンスイッチを使用する移相器を小型化することにある。

また、他の目的は、スイッチング素子としてマイクロマシンスイッチを使用する移相器の構造を簡単化することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の移相器は、マイクロマシンスイッチのオン／オフ制御により高周波信号の通過位相を切り換える移相器において、マイクロマシンスイッチは、互いに離間して配置された第1および第2の分布定数線路と、第1または第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、一端が第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、第1および第2の分布定数線路の他方とカンチレバーとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、この第1の絶縁手段と共に第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備えることを特徴とする。

マイクロマシンスイッチのカンチレバーは可動接点としての機能と、可動接点の支持手段としての機能とを兼ね備えている。したがって、このカンチレバーは機能的に見て従来のマイクロマシンスイッチにおけるコンタクト215とアーム213とポスト212とに相当するが、前者は後者に比べて小さく形成でき、また構造も簡単である。

また、第1の制御信号を第1または第2の分布定数線路に印加してカンチレバーの動作を制御するようにしたので、従来必要であった下部電極211および上部電極214は不要となり、この点でも小型化できると共に構造が簡単になる。

その一方で、本発明では容量結合用の第1の絶縁手段と、制御電圧保持用の第2の絶縁手段とが必須要件となる。しかし、本発明によりマイクロマシンスイッチを使用する移相器を小型化できると共に、その構造を全体として簡単化できる。

【0016】

また、本発明の移相器は、高周波信号が伝搬する主線路と、この主線路に接続されると共に先端が開放された第1の分布定数線路と、この第1の分布定数線路の先端と離間するように配置されかつ先端が開放された第2の分布定数線路と、一端が第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、第1または第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、第1および第2の分布定数線路の他方とカンチレバーとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、この第1の絶縁手段と共に第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備えることを特徴とする。

あるいは、本発明の移相器は、高周波信号が伝搬する主線路と、この主線路に接続されると共に先端が開放された第1の分布定数線路と、この第1の分布定数線路の先端と離間するように配置された接地と、一端が第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、第1または第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制

御信号を印加する第1の制御信号線と、第1および第2の分布定数線路の他方とカンチレバーとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、この第1の絶縁手段と共に第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備えることを特徴とする。

これらにより、ローデッドライン形の移相器を構成することができる。

【0017】

ローデッドライン形の移相器が構成される場合、第2の絶縁手段は、主線路の途中に形成された2個のキャパシタにより構成され、第1の分布定数線路および第1の制御信号線は共に、2個のキャパシタの間の主線路に電気的に接続されるようとする。

あるいは、第1の制御信号線は、第2の分布定数線路に電気的に接続され、第2の絶縁手段は、第2の分布定数線路の開放された先端により構成されるものとしてもよい。

【0018】

また、本発明の移相器は、寸断箇所のある第1の分布定数線路と、互いに電気長の異なる2本の第2の分布定数線路と、第1の分布定数線路の寸断箇所を短絡する第2の分布定数線路を切り換えて高周波信号の通過位相を変化させるマイクロマシンスイッチとを備えた移相器において、マイクロマシンスイッチは、第2の分布定数線路毎に設けられ、一端が第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、一方の第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第2の制御信号を印加する第2の制御信号線と、他方の第2の分布定数線路に電気的に接続されかつ第2の制御信号と相補な第3の制御信号を印加する第3の制御信号線と、第1および第2の分布定数線路の他方と各カンチレバーとの対向領域にそれぞれ形成された第1の絶縁手段と、これらの第1の絶縁手段と共に第2および第3の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備え、第2および第3の制御信号線により第1の制御信号線が構成されることを特徴とする。

あるいは、本発明の移相器は、寸断箇所のある第1の分布定数線路と、互いに

電気長の異なる2本の第2の分布定数線路と、第1の分布定数線路の寸断箇所を短絡する第2の分布定数線路を切り換えて高周波信号の通過位相を変化させるマイクロマシンスイッチとを備えた移相器において、マイクロマシンスイッチは、第2の分布定数線路毎に設けられ、一端が第1および第2の分布定数線路の一方に固定されると共に他端が第1および第2の分布定数線路の他方と接離自在となるように形成されかつ導電性部材を含むカンチレバーと、第1の分布定数線路に電気的に接続されかつ電圧の2値変化からなる第1の制御信号を印加する第1の制御信号線と、第1および第2の分布定数線路の他方と各カンチレバーとの対向領域にそれぞれ形成された第1の絶縁手段と、これらの第1の絶縁手段と共に第1の制御信号の電圧値を保持する第2の絶縁手段とを備え、各第2の分布定数線路には第1の制御信号の2状態の各電圧値と同等の定電圧がそれぞれ印加されることを特徴とする。

これらにより、スイッチドライン形の移相器を構成することができる。

これらの場合、カンチレバーは、各第2の分布定数線路の両端にそれぞれ設けられるようにしてもよい。

【0019】

以上の場合、第1の絶縁手段の一構成例は、第1および第2の分布定数線路の他方の上面とカンチレバーの下面の少なくとも一方に形成された絶縁膜である。

これにより、第1の絶縁手段を簡単に構成できる。

【0020】

また、前述した移相器は、第1の制御信号線に接続されかつ高周波信号の通過を阻止する第1の高周波信号阻止手段を備えるようにしてもよい。

この場合、第1の高周波信号阻止手段の一構成例は、第1および第2の分布定数線路のうち第1の制御信号線が電気的に接続される方に一端が接続されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、高インピーダンス線路の他端に一端が接続されると共に他端が開放されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって高インピーダンス線路の特性インピーダンスよりも小さな特性インピーダンスを有する低インピーダンス線路

とからなり、第1の制御信号線は、高インピーダンス線路の他端に接続されている。

また、第1の高周波信号阻止手段の第2構成例は、第1および第2の分布定数線路のうち第1の制御信号線が電気的に接続される方に一端が接続されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、一方の電極が高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他方の電極が接地に接続されたキャパシタとからなり、第1の制御信号線は、高インピーダンス線路の他端に接続されている。

また、第1の高周波信号阻止手段の第3構成例は、インダクタンス素子からなる。

また、第1の高周波信号阻止手段の第4構成例は、第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも十分大きなインピーダンスを有する抵抗素子からなる。この場合、抵抗素子は、第1の制御信号線に直列に挿入されていてもよい。あるいは、抵抗素子は、一端が第1の制御信号線に接続されると共に他端が開放されていてもよい。

このように第1の制御信号線に上記のような第1の高周波信号阻止手段を設けることにより、第1の制御信号線への高周波信号の漏洩を防止できる。

【0021】

また、前述した移相器は、第1および第2の分布定数線路のうち第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に電気的に接続されかつ静電誘導により発生する電荷を充放電する第4の制御信号線を備えるようにしてもよい。

このように、静電誘導により発生する電荷が第4の制御信号線を介して充放電されることにより、スイッチング動作が安定すると共に、スイッチング速度が速くなる。

【0022】

また、前述した移相器は、第1および第2の分布定数線路のうち第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に電気的に接続されかつ第1の制御信号と逆の極性を有する定電圧を印加する第4の制御信号線と、第1および第2の分布定

数線路のうち第4の制御信号線の電気的に接続される方に形成されかつ第1の絶縁手段と共に第4の制御信号線より印加される定電圧の電圧値を保持する第3の絶縁手段とを備えるようにしてもよい。

このように、第1の制御信号が印加されない方の分布定数線路に予め所定の電圧をかけておけば、そのぶん第1の制御信号の電圧の大きさを小さくすることができる。

【0023】

これら2形態で、第4の制御信号線に接続されかつ高周波信号の通過を阻止する第2の高周波信号阻止手段を備えるようにしてもよい。

この場合、第2の高周波信号阻止手段の第1構成例は、第1および第2の分布定数線路のうち第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に一端が接続されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、一端が高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他端が開放されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって高インピーダンス線路の特性インピーダンスよりも小さな特性インピーダンスを有する低インピーダンス線路とからなり、第4の制御信号線は、高インピーダンス線路の他端に接続されている。

また、第2の高周波信号阻止手段の第2構成例は、第1および第2の分布定数線路のうち第1の制御信号線が電気的に接続されていない方に一端が接続されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長で第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する高インピーダンス線路と、一方の電極が高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他方の電極が接地に接続されたキャパシタとからなり、第4の制御信号線は、高インピーダンス線路の他端に接続されている。

また、第2の高周波信号阻止手段の第3構成例は、インダクタンス素子からなる。

また、第2の高周波信号阻止手段の第4構成例は、第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも十分大きなインピーダンスを有する抵抗素子か

らなる。この場合、抵抗素子は、第4の制御信号線に直列に挿入されていてよい。あるいは、抵抗素子は、一端が第4の制御信号線に接続されると共に他端が開放されていてよい。

第4の制御信号線に上記のような第2の高周波信号阻止手段を設けることにより、第4の制御信号線への高周波信号の漏洩を防止できる。

【0024】

また、前述した移相器は、第1および第2の分布定数線路にそれぞれの一端が接続されかつ高周波信号の波長の約 $1/4$ の電気長であって第1および第2の分布定数線路の特性インピーダンスよりも大きな特性インピーダンスを有する第1および第2の高インピーダンス線路と、一方の電極が第1の高インピーダンス線路の他端に接続されると共に他方の電極が第2の高インピーダンス線路の他端に接続されたキャパシタとを備え、第1の高インピーダンス線路の他端は、第1の制御信号線に接続され、第2の高インピーダンス線路の他端は、接地に接続されているものとしてもよい。

この構成において、第1の高インピーダンス線路と、キャパシタと、接地により第1の高周波信号阻止手段が構成される。また、第2の高インピーダンス線路を接地に接続することにより第2の高周波信号阻止手段が構成される。

【0025】

また、本発明の移相器の製造方法は、基板上に主線路の一部と、この主線路の一部に接続された第1の分布定数線路と、端部が第1の分布定数線路の端部と離間する第2の分布定数線路と、主線路の一部に接続された制御信号線とを形成する第1の工程と、第1および第2の分布定数線路の隙間から第1または第2の分布定数線路の端部にかけての領域上に犠牲層を形成する第2の工程と、犠牲層における第1または第2の分布定数線路の端部と対向する部分に第1の絶縁膜を形成すると共に、主線路の一部の両端上に第2の絶縁膜を形成する第3の工程と、犠牲層が形成されていない第2または第1の分布定数線路の端部から犠牲層上の第1の絶縁膜に至る部分に金属からなるカンチレバーを形成すると同時に、第2の絶縁膜上から基板上に主線路の他部を形成する第4の工程と、犠牲層を除去する第5の工程とを備えることを特徴とする。

これにより、前述したマイクロマシンスイッチを少ない工程で製造できる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、本発明による移相器の第1の実施の形態を示す図であり、図1(A)は回路図、図1(B)は平面図である。また、図2は、図1に示した移相器の断面図であり、図2(A)は図1(B)におけるIIA-IIA'線方向の断面図、図2(B)は図2(A)におけるIIB部の拡大断面図である。また、図3は、図1に示した移相器の変形例を示す回路図である。また、図4は、図2に示した第1の絶縁手段の変形例を示す断面図である。また、図5は、図1に示したカンチレバーの変形例を示す断面図である。

【0027】

図1に示すように、高周波信号RFが伝搬する主線路1は、線路1a, 1b, 1cにより構成される。ただし、線路1bの両端にはそれぞれキャパシタ15a, 15bが形成されており、線路1aと線路1bとはキャパシタ15aを介して、また線路1bと線路1cとはキャパシタ15bを介して、それぞれ高周波的に接続されている。

キャパシタ15aは、例えば図1(B)に示すように、線路1aと線路1bとを上下に重ね合わせ、その間にSiO₂などの絶縁膜16aを介挿することにより構成される。キャパシタ15bも同様に、線路1bと線路1cとの間に絶縁膜16bを介挿することにより構成される。

【0028】

これらのキャパシタ15a, 15bは、線路1a, 1cに接続された他のマイクロ波回路(図示せず)を線路1bから直流ないし低周波的に絶縁する第2の絶縁手段としての機能を有している。したがって、線路1a, 1cに接続された他のマイクロ波回路に含まれる結合コンデンサなどを、第2の絶縁手段として利用してもよい。

また、第2の絶縁手段は、スタブ2a, 3aの接続時(オン時)に、後述する

第1の絶縁手段と共に、スタブ2a, 2bの電圧値を後述する制御信号Sの電圧値に保持するための機能も有している。

なお、図3に示すように、線路1bの途中に別のマイクロ波回路91が接続されていてもよい。

【0029】

図1に示すように、主線路1の一部である線路1bには、先端開放された2本のスタブ（第1の分布定数線路）2a, 2bが互いに $\lambda/4$ 離れて接続されている。ここで、 λ は高周波信号RFの波長である。さらに、やはり先端開放された別の2本のスタブ（第2の分布定数線路）3a, 3bが、スタブ2a, 2bの先端と離間して配置されている。

ここで、スタブ2a, 2bの電気長をL1、スタブ3a, 3bの電気長をL2、スタブ2a, 2bおよびスタブ3a, 3b間の隙間をGとおく。

【0030】

以上の主線路1およびスタブ2a, 2b, 3a, 3bは、図2(A)に示すように、基板10上に、例えばAlなどの金属からなるマイクロストリップ線路により形成される。なお、主線路1およびスタブ2a, 2b, 3a, 3bは、コーブレーナ線路、トリプレート線路およびスロット線路などの他の分布定数線路により形成されてもよい。

また、基板10には、例えばガラス基板などの誘電体基板、またはSi, GaAs基板などの半導体基板が使用される。

【0031】

スタブ3aの端部（スタブ2a側端部）には、Alなどの導電性部材を含むポスト12が形成されている。

さらにポスト12の上面にはアーム13の基部が固定されている。このアーム13は、ポスト12の上面からスタブ2aの先端部の上方まで延在している。アーム13は、導電性を有し、かつ一度湾曲しても元の形状に復元するような材料で形成される。例えば、Al、Au、Cuなどで形成される。また、ボロンなどを拡散して導電性をもたせたシリコンなどを用いてもよい。

ポスト12とアーム13とを合わせてカンチレバー11aと呼ぶ。

【0032】

ポスト12およびアーム13は、図5および図6を用いて後述するように、同一材料による單一部材としてカンチレバー11aを構成してもよい。また逆に、図2に示すように、必ずしもポスト12とアーム13とが同一材料により構成される必要はない。

さらに、ポスト12およびアーム13の各々も、必ずしも单一の材料のみで形成される必要はなく、複数の材料により形成されてもよい。また、この場合、複数の材料のすべてが導電性を有している必要もなく、絶縁体が一部に含まれていてもかまわない。例えば、アーム13が強度上の理由などによりA1などの導体とSiO₂などの絶縁体とが積層された2層構造となっていてもよいし、ポスト12も高周波信号RFの伝搬を妨げない程度に絶縁体を含んでいてもよい。

【0033】

図2に示すように、アーム13の先端部下面、すなわちスタブ2aと対向する部分には、第1の絶縁手段としてSiO₂などの絶縁膜14が形成されている。アーム13はポスト12により所定の高さを与えられており、アーム13に取り付けられた絶縁膜14は通常（オフ時）、スタブ2aと離間している。逆に言えば、絶縁膜14とスタブ2aとが通常離間するように、ポスト13の高さが決められる。

【0034】

第1の絶縁手段は、スタブ2a, 3aの接続時（オン時）に、キャバシタ15a, 15bと共に、スタブ2aの電圧値を後述する制御信号Sの電圧値に保持するためのものである。したがって、第1の絶縁手段として、図4に示すような、スタブ2aの先端部上面に形成された絶縁膜14aを用いてもよい。また、絶縁膜14と14aとを組み合わせて、第1の絶縁手段としてもよい。

なお、スタブ2aの電圧値が制御信号Sの電圧値に完全一致している必要はなく、カンチレバー11が制御信号Sに基づいて動作できる程度にスタブ2aの電圧値が保持されればよい。

【0035】

また、図2ではカンチレバー11aのスタブ3a側が固定された構造となって

いるが、これとは逆に図5に示すようにカンチレバー11a'のスタブ2a側が固定された構造となっていてもよい。いずれにせよ、カンチレバー11a, 11a'は、一端がスタブ2a, 3aの一方に固定されると共に、他端がスタブ2a, 3aの他方と接離自在となるような構造を有していればよい。

また、図1に示すように、スタブ2b, 3b側にもスタブ2a, 3a側と同様に、カンチレバー11bおよび絶縁膜14, 14aが形成されている。

【0036】

また、主線路1の一部である線路1bには、第1の制御信号線4を介して制御装置5が接続されている。制御装置5は電圧の2値変化からなる制御信号（第1の制御信号）Sを出力するものである。後述するように、この制御信号Sに基づきスタブ2a, 2bとスタブ3a, 3bとの接続状態が切り換えられる。

なお、第1の制御信号線4は線路1bに直接接続されていなくてもよく、例えば後掲の図10および図11に示すように、線路1bに電気的に接続されればよい。

以上により、ローデッドライン形の移相器が構成される。

【0037】

次に、図1に示した移相器でスイッチング素子として機能するマイクロマシンスイッチの動作を説明する。ただし、説明の都合上、制御信号Sは正の電圧のオン／オフからなるものとする。なお、スタブ2a, 3a側の符号を挙げて説明するが、スタブ2b, 3b側も同時に同じ動作を行うことを断っておく。

【0038】

前述したとおり、通常時、アーム13先端の絶縁膜14はスタブ2aと離間しているので、スタブ2a, 3aの高周波接続は開放されている。

このとき、制御装置5から第1の制御信号線4を介して線路1bに正の電圧が印加されると、線路1bに接続されたスタブ2aの表面に正電荷が発生する。これにより、このスタブ2aと対向するアーム13の先端部下面に静電誘導により負電荷が現れ、スタブ2aとアーム13との間に吸引力が発生する。この力によりアーム13は基板10側に湾曲して、アーム13の先端部に形成された絶縁膜14がスタブ2aと接触すると、容量結合によりスタブ2aとスタブ3aとが高

周波的に接続される。

【0039】

このとき、キャパシタ15a, 15bにより線路1bは線路1a, 1c、さらには線路1a, 1cに接続された他のマイクロ波回路（図示せず）と直流ないし低周波的に絶縁されている。このため、線路1bに与えられた制御信号Sが他のマイクロ波回路へ漏れることはなく、他のマイクロ波回路に悪影響を与えることはない。これと同時に、キャパシタ15a, 15bおよび絶縁膜14に囲まれた線路1bおよびスタブ2aの電圧値は保持される。

一方、線路1bへの電圧の印加が停止されると、スタブ2aとアーム13との間の吸引力がなくなる。このため、アーム13は元の形状に戻るので、再び絶縁膜14はスタブ2aと離間する。これにより、スタブ2a, 3aの高周波接続が開放される。

【0040】

次に、図2(B)を参照して、マイクロマシンスイッチの各部の寸法の一例を示す。ここで、アーム13はA1で形成され、制御信号Sとして40Vの電圧が印加されるものとする。

まず、アーム13の強度の関係上、所望のバネ定数を得るために、アーム13の厚みtは0.5μm程度に決められる。

また、スタブ2aの上面からアーム13に形成された絶縁膜14までの通常時の高さHは5μm程度である。さらに、スタブ2aとアーム13との対向面積は0.01mm²程度である。

このように諸寸法を設定することにより、前述したように動作するマイクロマシンスイッチを実現できる。なお、ここで挙げた各部の寸法はあくまで例示であって、これに限定されるものではない。

【0041】

次に、図1に示した移相器全体の動作原理を説明する。

制御装置5から出力される制御信号Sがオフであり、スタブ2a, 3aおよびスタブ2b, 3bの高周波接続がいずれも開放されているとき、線路1a～1cからなる主線路1には電気長L1のスタブ2a, 2bのみが装荷される。

一方、制御信号 S がオンとなり、スタブ 2 a, 3 a およびスタブ 2 b, 3 b がいずれも高周波的に接続されると、主線路 1 にはカンチレバー 11 a, 11 b を介して、さらにスタブ 3 a, 3 b が装荷される。このとき、主線路 1 に装荷されるスタブの電気長は $L_1 + L_2 + G$ となる。

したがって、制御信号 S のオン／オフにより、主線路 1 に装荷されるスタブの電気長を変化させることができる。

【0042】

主線路 1 からみたスタブのサセプタンスは装荷されるスタブの電気長により変化する。その一方で、このサセプタンスにより主線路 1 の通過位相が変化する。したがって、制御信号 S をオン／オフしてスタブ 2 a, 3 a およびスタブ 2 b, 3 b の高周波接続を制御することにより、主線路 1 を伝搬する高周波信号 RF の移相量を切り換えることができる。

なお、主線路 1 の途中にはキャパシタ 15 a, 15 b が挿入されているが、容量を十分大きくすれば高周波信号 RF の伝搬には何ら支障がない。

【0043】

次に、図 1 に示した移相器の製造方法について説明する。図 6 および図 7 はこの移相器を製造する際の主要な工程を示す断面図である。これらの図には、図 1 (B) における IIA-IIA' 線方向の断面が示されている。

まず、基板 10 上にフォトレジストを塗布する。このフォトレジストを公知のフォトリソグラフィ技術でパターンニングし、所定の位置に溝 21 a を備えたレジストパターン 21 を形成する。なお、図 6 (A) には後の工程でスタブ 2 a, 3 a および線路 1 b が形成される部分の溝 21 a が示されているが、スタブ 2 b, 3 b および第 1 の制御信号線 4 が形成される部分にも同時に溝が形成されている。

【0044】

次に、図 6 (B) に示すように、基板 10 上の全域にスパッタ法で A1 などからなる金属膜 22 を形成する。

そして、有機溶剤などに溶解させる方法などによりレジストパターン 21 を除去することで、レジストパターン 21 上の金属膜 22 を選択的に除去（リフトオ

フ) し、図6 (C) に示すように基板10上にスタブ2a, 3a および線路1b を形成する。図示しないが、このとき、スタブ2b, 3b および第1の制御信号線4も同時に形成される。

【0045】

次に、図6 (D) に示すように、感光性を有するポリイミドを塗布して乾燥させ、基板10上の全域に膜厚5~6 μm程度の犠牲層23を形成する。

そして、公知のフォトリソグラフィ技術を用いて図6 (E) に示すように犠牲層23をパターンニングし、スタブ2a, 3a の隙間からスタブ2aの先端部(スタブ3a側の端部)にかけて(すなわち、図1に示したアーム13が形成される部分)の犠牲層23を残して、不要部分を除去する。なお、図6 (E) では、スタブ3aの端部を除く部分にも犠牲層23を残してある。また、図示しないが、スタブ2b, 3b 側の犠牲層も同様にパターンニングされる。

ここで、200~300°Cに加熱して、残された犠牲層23を硬化させる。

【0046】

次に、図7 (A) に示すように、基板10上の全域にCVD法またはスパッタ法などの手段によりSiO₂を堆積して、膜厚0.01~0.3 μm程度の絶縁膜24を形成する。

そして、公知のフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、所定箇所を残して絶縁膜24を除去する。こうして、図7 (B) に示すように、犠牲層23上におけるスタブ2aの先端部と対向する部分に絶縁膜(第1の絶縁膜)14を形成し、スタブ2aとの接続点である線路1bの端部に絶縁膜(第2の絶縁膜)16aを形成する。図示しないが、このとき、スタブ2b, 3b 側にも同様に絶縁膜(第1の絶縁膜)14および絶縁膜(第2の絶縁膜)16bが形成される。

なお、ここで使用されたフォトレジストはアルカリ溶剤で除去される。

【0047】

次に、図7 (C) に示すように、スタブ3aの端部から犠牲層14上の絶縁膜14まで至る部分にA1などからなるカンチレバー11aを、また絶縁膜16a上から基板10上をはうようにA1などからなる線路1aを、リフトオフ法を用

いて同時に形成する。また、図示しないが同様に、カンチレバー11bおよび線路1cも同時に形成される。

最後に、酸素ガスのプラズマを用いたドライエッティング法で、図7(D)に示すように、犠牲層23のみを選択的に除去することにより、移相器が完成する。

ここではカンチレバー11a, 11bを構成するポスト12とアーム13とを同一工程で形成する方法を示したが、もちろん、ポスト12とアーム13とを別々の工程で形成してもよい。

【0048】

ここで、図1に示した移相器と図31に示した従来の移相器とを、マイクロマシンスイッチの構成を中心に対比する。

まず、図1に示したマイクロマシンスイッチのカンチレバー11a, 11bは、可動接点としての機能と、可動接点の支持手段としての機能とを兼ね備えている。したがって、カンチレバー11a, 11bは機能的にみて、図31に示したマイクロマシンスイッチのコンタクト215とアーム213とポスト212とは相当するが、前者は後者に比べて小さく形成でき、また構造も簡単である。

また、カンチレバー11a, 11bはポスト12とアーム13とにより構成されるが、図7(C)で示したようにポスト12とアーム13とは同一工程で形成できるので、カンチレバー11a, 11bの形成は極めて容易である。

【0049】

また、図1に示したマイクロマシンスイッチでは、制御信号Sを主線路1の一部である線路1bに印加してカンチレバー11a, 11bの動作を制御するようにしたので、従来必要であった下部電極211および上部電極214は不要となり、この点でもマイクロマシンスイッチを小型化できると共に、マイクロマシンスイッチの構造が簡単になる。

【0050】

その一方で、図1に示したマイクロマシンスイッチでは制御信号Sの電圧値を保持するために絶縁膜14, 16a, 16bが必要になるが、従来のマイクロマシンスイッチでも容量結合形の場合にはコンタクト215の下面に絶縁膜を形成する必要があった。また、図7(B), (C)で示したように、絶縁膜16a,

16 bを絶縁膜14と同一工程で形成でき、また主線路1の他の一部である線路1a, 1cをカンチレバー11a, 11bと同一工程で形成できるので、製造工程が複雑になるわけではない。

【0051】

以上のように、マイクロマシンスイッチを小型化できると共に、その構造を簡単化できるので、このマイクロマシンスイッチをスイッチング素子として使用することによって、従来よりも移相器を全体として小型化できると共に、少ない工程で移相器を形成できる。

【0052】

(第2の実施の形態)

図8は、本発明による移相器の第2の実施の形態を示す図であり、図8(A)は回路図、図8(B)は平面図である。この図において、図1と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

図1に示した移相器と図8に示した移相器とでは、第1の制御信号線4の接続位置が異なる。すなわち、図1に示した移相器では、第1の制御信号線4が主線路1に接続されているのに対して、図8に示した移相器では、第1の制御信号線4がスタブ3a, 3bに接続されている。

【0053】

スタブ3a, 3bは先端部が開放されており、他のマイクロ波回路に接続されていない。このため、図8に示した移相器では、図1に示したキャパシタ15a, 15bのような構成を設けるまでもなく、スタブ3a, 3bの開放された先端部が第2の絶縁手段として機能する。したがって、図8に示すように構成することによって、移相器の構造がより簡単になる。

【0054】

(第3の実施の形態)

図9は、本発明による移相器の第3の実施の形態の構成を示す回路図である。この図において、図1と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

図9に示した移相器は、図1に示した移相器の第1の制御信号線4に第1の高

周波信号阻止手段6を接続したものである。第1の高周波信号阻止手段6は、高周波信号RFの通過を阻止するものである。したがって、主線路1を伝搬する高周波信号RFの制御装置5への流入を阻止でき、移相器の挿入損失を低減できる。

【0055】

また、図1に示した移相器では、第1の制御信号線4の配線によっては、第1の制御信号線4から漏洩した電力が他のマイクロ波回路へ結合して、回路全体の特性に悪影響を及ぼしたり、共振の原因になるおそれがあった。しかし、第1の制御信号線4に第1の高周波信号阻止手段6を接続することにより、第1の制御信号線4から他のマイクロ波回路への電磁的結合を防止できるので、移相器が使用される回路の高周波特性を改善できる。

なお、図8に示した移相器の第1の制御信号線4に第1の高周波信号阻止手段6を接続しても、同様の効果が得られる。

【0056】

次に、図10～図16を用いて、図9における第1の高周波信号阻止手段6の構成例について説明する。

まず、第1の高周波信号阻止手段6の第1構成例について説明する。図10はこの第1構成例を示す図であり、図10(A)は回路図、図10(B)は平面図である。

第1の高周波信号阻止手段6の第1構成例は、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31と低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32とにより構成されるフィルタ30である。

【0057】

高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31は、電気長が約 $\lambda/4$ (λ は高周波信号RFの波長)であり、主線路1よりも大きな特性インピーダンスを有している。また、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32は、電気長が約 $\lambda/4$ であり、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31よりも小さな特性インピーダンスを有している。

これらの線路31、32の特性インピーダンスの値は、例えば主線路1の特性が一般的な 50Ω であれば、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31の特性インピーダンスは概ね $70\sim200\Omega$ 程度、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32の特性インピ

一ダンスは概ね $20 \sim 40 \Omega$ 程度であることが望ましい。

【0058】

高インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 1 の一端は主線路 1 の一部である線路 1 b に接続され、他端は低インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 2 の一端に接続される。低インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 2 の他端は開放されている。さらに、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 1 の他端（すなわち、線路 3 1 と 3 2 の接続点 3 3）には、高インピーダンスの第 1 の制御信号線 4 が接続される。したがって、第 1 の制御信号線 4 は、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 1 を介して、線路 1 b に電気的に接続される。

【0059】

以下、このフィルタ 3 0 の動作原理を簡単に説明する。

上述したように、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 2 の他端は開放されている。このため、この他端より $\lambda/4$ 経た接続点 3 3 から低インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 2 側をみたときのインピーダンスは 0Ω となるので、接続点 3 3 で高周波的に接地されている状態と等価となる。したがって、この接続点 3 3 に第 1 の制御信号線 4 を並列に接続しても、接続点 3 3 でのインピーダンスは 0Ω のままであり、高周波の振る舞いに影響を与えない。

【0060】

さらに、線路 1 b は接続点 3 3 から電気長が $\lambda/4$ の高インピーダンス $\lambda/4$ 線路 3 2 を経て接続されているので、線路 1 b からフィルタ 3 0 側をみたときのインピーダンスは無限大 ($\infty \Omega$) となる。したがって、線路 1 b からフィルタ 3 0 側には高周波は流れないので、高周波的にはフィルタ 3 0 と第 1 の制御信号線 4 とがない状態と等価となる。

ここで説明したフィルタ 3 0 の構成は、一般にバイアスティーと呼ばれているが、特定の周波数帯のみ遮断するので、一種の帯域阻止フィルタとして動作する。

【0061】

次に、第 1 の高周波信号阻止手段 6 の第 2 構成例について説明する。図 1 1 はこの第 2 構成例を示す図であり、図 1 1 (A) は回路図、図 1 1 (B) は平面図

である。

第1の高周波信号阻止手段6の第2構成例は、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41と、キャパシタ42と、接地43とにより構成されるフィルタ40である。

図11(A)に示すように、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41の一端は主線路1の一部である線路1bに接続され、他端はキャパシタ42の一方の電極に接続される。また、このキャパシタ42の他方の電極は接地43に接続される。さらに、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41が接続されるキャパシタ42の一方の電極には、第1の制御信号線4が接続される。したがって、第1の制御信号線4は、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41を介して、線路1bに電気的に接続される。

【0062】

キャパシタ42は図11(B)に示すように、前記一方の電極となる電極44と、前記他方の電極となる接地された電極43aと、電極44、43a間に介挿された絶縁膜45とにより構成できる。

高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41は、特性インピーダンスが高く、電気長が約 $\lambda/4$ (λ は高周波信号RFの波長)である。高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41の特性インピーダンスの値は、図10における高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31と同様に決められる。

【0063】

以下、このフィルタ40の動作原理を簡単に説明する。

キャパシタ42は十分な容量を有しているので、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41とキャパシタ42との接続点は高周波的に接地されているのと等価となり、インピーダンスは 0Ω となる。したがって、図10の場合と同様、この接続点に第1の制御信号線4をさらに接続しても、高周波的には影響がない。

さらに、線路1bはキャパシタ42から電気長が $\lambda/4$ の高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41を経て接続されているので、線路1bからフィルタ40側をみたときのインピーダンスは無限大($\infty\Omega$)、つまり線路1bからフィルタ40側に高周波信号RFが流れないとなる。

ここで説明したフィルタ40もバイアスティーの一種であり、帯域阻止フィルタとして動作する。

【0064】

次に、第1の高周波信号阻止手段6の第3構成例について説明する。図12はこの第3構成例を示す回路図である。また、図13および図14は、第3構成例の具体例を示す平面図である。

第1の高周波信号阻止手段6の第3構成例は、インダクタンス素子からなるフィルタ50である。例えば、図13に示すスパイラルインダクタ51、および図14に示すミアンダーラインインダクタ52などを使用できる。

これら誘導性の回路素子は、直流～低周波数では低インピーダンスであるが、高周波数では高インピーダンスを示すので、低域通過フィルタとして動作する。ただし、カットオフ周波数は、高周波信号RFの周波数よりも低く設定される。

【0065】

このような分布定数素子だけでなく、コイルなどの集中定数素子を外付けして利用してもよい。

なお、低域通過フィルタとしては、特性インピーダンスの異なる線路を多段継続接続して構成したフィルタなど、他のタイプのフィルタも利用できる。

【0066】

次に、第1の高周波信号阻止手段6の第4構成例について説明する。図15はこの第4構成例を示す図であり、図15(A)は回路図、図15(B)は平面図である。

図15(A)に示すように、第1の高周波信号阻止手段6として抵抗素子61を第1の制御信号線4に直列に挿入して、高周波信号RFの流入を阻止することもできる。

【0067】

抵抗素子61のインピーダンスの値は、主線路1の特性インピーダンスの2倍以上であればよいが、概ね20倍以上に設定されることが望ましい。すなわち、主線路1の特性が一般的な50Ωであれば、抵抗素子61のインピーダンスは概ね1kΩ以上に決められる。

このように抵抗素子61のインピーダンスを決めれば、主線路1から制御信号線4側をみたインピーダンスが大きくなるので、第1の制御信号線4への高周波

信号RFの漏洩を抑制できる。

この抵抗素子61の作成には、例えば真空蒸着法またはスパッタ法により薄膜抵抗素子を形成する方法、半導体n層またはn⁺層を流用する方法などを利用できる。

【0068】

第1の制御信号線4への高周波信号RFの漏洩を防止するために図10～図14に示したフィルタ30, 40, 50を追加するとマイクロマシンスイッチの全体寸法が大きくなるが、図15に示した抵抗素子61を利用することにより全体寸法を大きくすることなく上記の目的を達成できる。

なお、図16に示すように抵抗素子61を第1の制御信号線4に並列に接続（つまり、抵抗素子61の一端を第1の制御信号線4に接続すると共に、他端を開放）しても、共振の発生防止には有効である。

【0069】

(第4の実施の形態)

図17は、本発明による移相器の第4の実施の形態の構成を示す図であり、図17(A)は回路図、図17(B)は平面図である。この図において、図1と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

図17に示した移相器は、図1に示した移相器のカンチレバー11a, 11bを、スタブ3a, 3bおよび第4の制御信号線4aを介して接地5aに接続したものである。

【0070】

このようにしてカンチレバー11a, 11bを接地することにより、スタブ2a, 2bへの電圧印加開始時にはカンチレバー11a, 11bに静電誘導により発生する電荷を素早く充電でき、また電圧印加停止時には蓄積された電荷を素早く放電できる。したがって、マイクロマシンスイッチのスイッチング動作が安定すると共に、スイッチング速度が速くなる。これにより、移相器の移相量の切り換えを確実に、しかも迅速に行える。

なお、図8に示した移相器の主線路1に第4の制御信号線4aを接続して接地しても、同様の効果を得られる。

【0071】

(第5の実施の形態)

図18は、本発明による移相器の第5の実施の形態の構成を示す回路図である。この図において、図9および図17と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

図18に示した移相器は、図17に示した移相器の第1の制御信号線4に第1の高周波信号阻止手段6を接続すると共に、第4の制御信号線4aに第2の高周波信号阻止手段6aを接続したものである。ここで、第2の高周波信号阻止手段6aは、第1の高周波信号阻止手段6と同じく、高周波信号RFの通過を阻止するものである。

【0072】

このように、高周波信号RFの通過を阻止する第1、第2の高周波信号阻止手段6、6aが第1、第4の制御信号線4、4aにそれぞれ接続されているので、主線路1およびスタブ3a、3bから第1、第4の制御信号線4、4aを介して高周波信号RFが漏洩することを防止できる。これにより、移相器の挿入損失を低減できると共に、高周波特性を改善できる。

【0073】

第2の高周波信号阻止手段6aとしては、第1の高周波信号阻止手段6に使用されるフィルタ30、40、50および抵抗素子61を利用できる。

特に、第1、第2の高周波信号阻止手段6、6aと共にフィルタ40と同様の構成とすれば、第1、第2の高周波信号阻止手段6、6aの構成を簡略化できる。図19は、第1、第2の高周波信号阻止手段6、6aの両方をフィルタ40と同様の構成としたときの移相器の構成図であり、図19(A)は回路図、図19(B)は平面図である。

【0074】

この移相器は、図19(B)に示すように、図11(B)に示した移相器のスタブ3a、3bを高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41aで接地電極43aに接続するだけで構成できる。

ここで、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41aは、スタブ2aを電極44に接続

する高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41と同様の構成をしている。ただし、図19(B)で高インピーダンス $\lambda/4$ 線路41aは2分岐を有する構成となっているが、この場合、スタブ3aとの接続点から接地電極41aとの接続点までの電気長が $\lambda/4$ となり、またスタブ3bとの接続点から接地電極41aとの接続点までの電気長が $\lambda/4$ となるように設計される。

【0075】

図19(A)において、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路(第1の高インピーダンス線路)41と、キャパシタ42と、接地43とにより第1の高周波信号阻止手段6が構成される。また、高インピーダンス $\lambda/4$ 線路(第2の高インピーダンス線路)41aを接地43に接続することにより第2の高周波信号阻止手段6aが構成される。

このように第1、第2の高周波信号阻止手段6、6aの間で構成部品を共用することにより、マイクロマシンスイッチを小型化できるので、移相器を全体として小型化できる。

なお、第1、第2の高周波信号阻止手段6、6aは、共に同じ構成であっても、異なる構成であってもよい。

【0076】

(第6の実施の形態)

図20は、本発明による移相器の第6の実施の形態の構成を示す回路図である。この図において、図1と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

図20に示した移相器は、図1に示した移相器のスタブ3a、3bに第4の制御信号線4aを介して定電圧源5bを接続したものである。

【0077】

定電圧源5bの出力電圧は、制御装置5から出力される制御信号Sと逆の極性を有している。すなわち、制御信号Sが正電圧のオン/オフからなる場合、定電圧源5bからは負の定電圧が出力される。

ただし、カンチレバー11a、11bは制御信号Sに基づいて動作しなければならないので、定電圧源5bの出力電圧はそれ単独ではカンチレバー11a、11b

1 b が動作しない程度の電圧に設定される。図1で40Vの制御信号Sで動作するように設計されたカンチレバー11a, 11bに対しても、定電圧源5bの出力電圧を例えば-20V程度とする。

【0078】

カンチレバー11a, 11bの下面には共に絶縁膜14が形成され、またスタブ3a, 3bの先端部は共に開放されている。したがって、スタブ3a, 3bに印加された定電圧の電圧値は保持される。なお、ここでは、スタブ3a, 3bの開放された先端部が、後述する第3の絶縁手段の機能を果たしている。

【0079】

このように、スタブ3a, 3bを介してカンチレバー11a, 11bに予め所定の電圧をかけておけば、制御信号Sの電圧の大きさを小さくできる。上記の例では、制御信号Sとして20VのON/OFF信号を線路1bに印加することにより、カンチレバー11a, 11bを動作させることができる。

制御信号Sとして大きい電圧を印加すると、サージが発生したり、電圧の高速変化に基づくノイズが顕著になる場合がある。しかし、図20に示したマイクロマシンスイッチでは、制御信号Sの電圧の大きさを小さくできるので、このような問題を解決できる。

【0080】

図8に示した移相器で同様の効果を得るために、カンチレバー11a, 11bのそれぞれに形成された絶縁膜14と共に定電圧の電圧値を保持するための第3の絶縁手段を特別に設ける必要がある。この第3の絶縁手段は、例えば、図1に示したキャパシタ15a, 15bを主線路1の同じ位置に形成することによって構成できる。あるいは、主線路1に接続された他のマイクロ波回路に含まれる結合コンデンサなどを、第3の絶縁手段として利用してもよい。

【0081】

図21は、図20に示した移相器の変形例を示す回路図である。この図に示した移相器は、第1, 第4の制御信号線4, 4aにそれぞれ第1, 第2の高周波信号阻止手段6, 6aが接続されている。第1, 第2の高周波信号阻止手段6, 6aは、高周波信号RFの通過を阻止するものであり、図18に示した移相器と同

様に構成される。

第1, 第2の高周波信号阻止手段6, 6aを接続することにより、移相器の挿入損失の増加や高周波特性の劣化といった問題は生じない。

【0082】

(第7の実施の形態)

図22は、本発明による移相器の第7の実施の形態の構成を示す平面図である。この図において、図1と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

図22に示した移相器は、図1に示した移相器とは異なるタイプのローデッドライン形の移相器である。これら2つの移相器の構成上の相違点は、図1に示した移相器がスタブ2a, 2bとスタブ3a, 3bとの接続／開放を切り換えるのに対して、図22に示した移相器はスタブ2a, 2bと接地電極3cとの接続／開放を切り換えるところにある。

【0083】

スタブ2a, 2bが接地電極3cに高周波的に接続／開放されると、主線路1からスタブ2a, 2b側をみたサセプタンスが変化する。

したがって、図1に示した移相器で説明したのと同じ理由から、制御信号Sをオン／オフしてスタブ2a, 2bと接地電極3cとの高周波接続を制御することにより、主線路1を伝搬する高周波信号RFの移相量を切り換えることができる。

【0084】

図22に示した移相器では、マイクロマシンスイッチのカンチレバー11a, 11bはそれぞれ、スタブ2a, 2bの先端部に固定設置されても、接地電極3cのスタブ2a, 2b側周縁部に固定設置されてもよい。ただし、前者の場合はカンチレバー11a, 11bの先端部（アーム13の先端部）がそれぞれ接地電極3cのスタブ2a, 2b側周縁部と接離自在となっており、後者の場合はそれぞれスタブ2a, 2bの先端部と接離自在となっている必要がある。

なお、本発明では、接地電極3cを電位が0（ゼロ）の分布定数線路と定義して、前記第2の分布定数線路に含めることとする。

また、第1の制御信号線4に第1の高周波信号阻止手段6を接続してもよい。

【0085】

(第8の実施の形態)

以上では、本発明をローデッドライン形の移相器に適用した場合の諸形態を説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばスイッチドライン形および反射形等、他のタイプの移相器に適用することもできる。

ここでは、本発明をスイッチドライン形の移相器に適用した形態を説明する。図23は、本発明による移相器の第8の実施の形態の一構成例を示す平面図である。

図23に示すように、主線路（第1の分布定数線路）101には寸断箇所があり、この主線路101は寸断箇所を挟む2本の線路101a, 101bにより構成されている。

そして、これらの線路101a, 101bの両方とわずかな隙間をもって、2本の切換線路（第2の分布定数線路）106a, 106bが配置されている。これらの切換線路106a, 106bは、互いに異なる電気長を有している。

【0086】

線路101a, 101bと切換線路106a, 106bとの間の4カ所の隙間にはそれぞれカンチレバー111a～111dが配置されている。より具体的には、線路101aと切換線路106aとの隙間にはカンチレバー111aが配置され、線路101bと切換線路106aとの隙間にはカンチレバー111bが配置され、線路101aと切換線路106bとの隙間にはカンチレバー111cが配置され、線路101bと切換線路106bとの隙間にはカンチレバー111dが配置されている。

【0087】

これらのカンチレバー111a～111dは、図1に示したカンチレバー11aと同様の構成をしている。このうちカンチレバー111a, 111bはそれぞれ切換線路106aの両端に固定設置されており、カンチレバー111a, 111bの先端部（アーム13の先端部）はそれぞれ線路101a, 101bのそれぞれの端部と接離自在となっているものとする。ただし、カンチレバー111a

, 111bがそれぞれ線路101a, 101bの各端部に固定設置され、カンチレバー111a, 111bの先端部（アーム13の先端部）がそれぞれ切換線路106aの両端と接離自在となっていてもよい。カンチレバー111c, 111dと、線路101a, 101bおよび切換線路106a, 106bとの関係も同様である。

【0088】

切換線路106aには、第2の制御信号線104aが接続されており、この第2の制御信号線104aを介して制御信号（第2の制御信号）Sが印加される。また、切換線路106bには、第3の制御信号線104bが接続されており、この第3の制御信号線104bを介して制御信号（第3の制御信号）S（バー）が印加される。第2, 第3の制御信号線104a, 104bにより第1の制御信号線が構成される。

制御信号S, S（バー）は相補な2信号であり、図23では、電圧Vccと0（ゼロ）の変化からなる信号である。ここで、0（ゼロ）電位は接地電位を示しており、電圧Vccは0（ゼロ）でない電圧を示している。

【0089】

一方、主線路101を構成する線路101a, 101bにはそれぞれ制御信号線104c, 104dが接続されている。線路101a, 101bには、これらの制御信号104c, 104dを介して、定バイアスが印加される。この定バイアスは、制御信号S, S（バー）の2状態の一方の電圧（この場合、Vccまたは0（ゼロ））であることが望ましい。図23では、定バイアスとして接地電位が与えられている。

なお、この定バイアスは、制御信号S, S（バー）の2状態の一方の電圧と厳密に等しくなくてもよく、制御信号S, S（バー）の状態変化によりカンチレバー111a～111dが確実に動作する範囲で許容される。

【0090】

また、図示しないが図1に示した移相器と同様に、各カンチレバー111a～111dの先端部下面には第1の絶縁手段として絶縁膜がそれぞれ形成されている。ただし、同じ切換線路106a（または106b）に対して設けられた2個

のカンチレバー111a, 111b（または111c, 111d）に対応する2個の絶縁膜のうちの一方は、第2の絶縁手段として機能する。切換線路106a, 106bにそれぞれ印加された電圧値は、これらの絶縁手段によって保持される。

【0091】

次に、図23に示した移相器の動作を説明する。

切換線路106a, 106bの両方に制御信号S, S（バー）が印加されていないとき（0Vのとき）、カンチレバー111a～111dの先端部はいずれも線路101a, 101bの端部と離間しているので、切換線路106a, 106bは線路101a, 101bに高周波的に接続されていない。

【0092】

この状態で、第2の制御信号線104aを介して切換線路106aに電圧Vccが印加され、第3の制御信号線104bを介して切換線路106bに接地電位が与えられるものとする。

線路101a, 101bには共に接地電位が与えられているので、カンチレバー111a, 111bの先端部はそれとも線路101a, 101bの端部との間に生ずる静電力によって吸引され、線路101a, 101bの端部と接触する。これにより、切換線路106aは線路101a, 101bに高周波的に接続され、主線路101の寸断箇所を短絡する。

一方、切換線路106bは線路101a, 101bと同電位なので、カンチレバー111c, 111dの先端部は線路101a, 101bの端部と接触せず、切換線路106a, 106bは線路101a, 101bに高周波的に接続されない。

【0093】

次に、第2の制御信号線104aを介して切換線路106aに接地電位が与えられ、第3の制御信号線104bを介して切換線路106bに電圧Vccが印加されるものとする。

切換線路106aへの電圧Vccの印加が停止されると、カンチレバー111a, 111bの先端部と線路101a, 101bの端部との間の静電力がなくなる

。このため、カンチレバー111a, 111bは元の形状に戻るので、切換線路106aと線路101a, 101bとの高周波接続は開放される。

一方、カンチレバー111c, 111dの先端部はそれぞれ、線路101a, 101bの端部との間に生ずる静電力によって吸引され、線路101a, 101bの端部と接触する。これにより、切換線路106bは、切換線路106aに代わって、主線路101の寸断箇所を高周波的に短絡する。

【0094】

このように、制御信号S, S(バー)により、主線路101の寸断箇所を短絡する切換線路106a, 106bを切り換えることができる。前述したように、切換線路106a, 106bは互いに電気長が異なっているので、主線路101の寸断箇所を短絡する切換線路106a, 106bを切り換えることにより、線路101aと線路101bとの間の実効的な電気長を変化させることができる。したがって、主線路101を伝搬する高周波信号RFの移相量を切り換えることができる。

【0095】

図24は、本発明による移相器の第8の実施の形態の他の構成例を示す平面図である。

図24に示した移相器では、切換線路106a, 106bには定バイアスが印加され、主線路101を構成する線路101a, 101bに制御信号Sが印加されており、この点で図23に示した移相器と相違する。

【0096】

すなわち、図24に示すように、線路101a, 101bにはそれぞれ第1の制御信号線104e, 104fが接続されており、これら第1の制御信号線104e, 104fを介して制御信号(第1の制御信号)Sが印加される。制御信号Sは、電圧Vccと0(ゼロ)の変化からなる信号である。

【0097】

切換線路106aには制御信号線104gが接続されており、この制御信号線104gを介して電圧Vccが印加されている。また、切換線路106bには制御信号線104hが接続されており、この制御信号線104hを介して接地電位が

与えられている。

このように、切換線路106a, 106bにそれぞれ与えられる定バイアスは、制御信号Sの2状態の各電圧（この場合、Vccまたは0（ゼロ））であることが望ましい。しかし、これらの定バイアスは制御信号Sの2状態の各電圧値と同等の定電圧であればよく、制御信号Sの状態変化によりカンチレバー111a～111dが確実に動作する範囲で許容される。

【0098】

また、主線路101を構成する線路101a, 1101bはそれぞれ、キャパシタ115a, 115bが形成されている。キャパシタ115a, 115bは、図1に示したキャパシタ15a, 15bと同様に形成される。これら2個のキャパシタ115a, 115bにより第2の絶縁手段が構成される。

前述した第1の制御信号線104e, 104fはそれぞれ、線路101a, 101bの端部とキャパシタ115a, 115bとの間に接続される。したがって、キャパシタ115a, 115bとカンチレバー111a～111d毎に設けられた絶縁膜（図示せず）とにより、第1の制御信号線104e, 104fを介して印加された制御信号Sの電圧値は保持される。

【0099】

このようにして構成された移相器では、線路101a, 101bに制御信号Sとして電圧Vccが印加されたとき、切換線路106bが線路101a, 101bに高周波的に接続され、制御信号Sとして接地電位が印加されたとき、切換線路106aが線路101a, 101bに高周波的に接続される。したがって、制御信号Sにより主線路101の寸断箇所を短絡する切換線路106a, 106bを切り換えられるので、これにより主線路101を伝搬する高周波信号RFの移相量を切り換えられる。

【0100】

なお、図23および図24に示した移相器において、制御信号線104a, 104b, 104e, 104fに第1の高周波信号阻止手段6を接続し、制御信号線104c, 104d, 104g, 104hに第2の高周波信号阻止手段6を接続することにより、主線路101を伝搬する高周波信号RFの漏洩を防止できる

【0101】

(第9の実施の形態)

以上、第1～第8の実施の形態で示した移相器により、1ビットのデジタル移相器を実現できる。互いに移相量の異なるこれらの移相器を継続接続することにより、2ビット以上のデジタル移相器を構成できる。

図25は、2個の移相器を継続接続したときの一構成例を示す平面図である。この図において、図10および図18と同一部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

【0102】

図25で継続接続されている移相器19-1, 19-2は共に、図18に示した移相器の一構成例であり、第1, 第2の高周波信号阻止手段6, 6aとして図10に示したフィルタ30が適用されている。ただし、移相器19-1, 19-2の移相量はそれぞれ異なっている。

【0103】

フィルタ30を構成する低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32は比較的大面積を必要とする。

そこで、図25に示すように、第2の高周波信号阻止手段6aとしてのフィルタ30については、各移相器19-1, 19-2で1個の低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32aを共用する。これにより、フィルタ30により構成された第2の高周波信号阻止手段6aを小型化できる。

なお、31a-1, 31a-2はそれぞれ、移相器19-1, 19-2の高インピーダンス $\lambda/4$ 線路である。

【0104】

また、第1の高周波信号阻止手段6としてのフィルタ30については、移相器19-1の低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-1および移相器19-2の低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-2を多層化し、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-1, 32-2の間にSiO₂などの絶縁膜35を介挿する。これにより、2個の低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-1, 32-2の占める面積を小さくできる。

また、各低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-1, 32-2は直流ないし低周波的に絶縁されているので、移相器19-1, 19-2にそれぞれ与えられる制御信号S1, S2が混信することはない。

【0105】

図25に示した移相器を製造する場合、図6および図7を参照すると、線路1bおよびスタブ2a, 2b, 3a, 3b等を製造する工程（図6（C））で移相器19-1の高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31-1、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-1および第1の制御信号線4-1を同時に製造でき、絶縁膜14, 16a, 16bを製造する工程（図7（B））で絶縁膜35を同時に製造でき、線路1a, 1cおよびカンチレバー11a, 11bを製造する工程（図7（C））で移相器19-2の高インピーダンス $\lambda/4$ 線路31-2、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-2および第1の制御信号線4-2を同時に製造できる。このように、図1に示した移相器と同じ工程数で、図25に示した移相器を製造できる。

【0106】

図26は、2個の移相器を継続接続したときの他の構成例を示す平面図である。図26で継続接続されている移相器19-3, 19-4は共に、図8に示した移相器と同様に、スタブ3a, 3bに制御信号S1, S2が印加される。このタイプの移相器でも、低インピーダンス $\lambda/4$ 線路32-1, 32-2を多層化して、小型化を図ることができる。なお、31aは高インピーダンス $\lambda/4$ 線路である。

【0107】

（第10の実施の形態）

本発明による移相器は、他の配線と共に移相器を基板10上に形成してもよいし、移相器の構成の一部または全部をチップ化してこれを基板10に搭載・実装することによりマイクロ波回路（またはミリ波回路）を形成してもよい。

ここでチップ化とは、単位回路を半導体プロセスなどにより別基板上に多数一括形成して単位回路ごとに切り出し、さらに基板に搭載・実装するための加工を施すことをいう。

【0108】

図27は、移相器をチップ化したものを基板10に実装して図10に示した移相器を形成したときの平面図である。

図27(A)では、主線路1の一部である線路1bと、スタブ2a, 2b, 3a, 3bと、カンチレバー11a, 11bと、キャパシタ15a, 15bとがチップ化され、チップ71が形成されている。

一方、予め基板10上には、主線路1の他の一部である線路1a, 1cと、高インピーダンスλ/4線路31と、低インピーダンスλ/4線路32と、第1の制御信号線4とが配線されている。

この基板10にチップ71を実装することにより、図10に示した移相器と同等の機能を実現できる。

【0109】

また、図27(B)では、スタブ2a, 3aの端部2aa, 3aaとカンチレバー11aとがチップ化されてチップ72aが形成され、スタブ2b, 3bの端部2bb, 3bbとカンチレバー11bとがチップ化されてチップ72bが形成されている。

一方、予め基板10上には、主線路1を構成する線路1a～1cと、スタブ2a, 2b, 3a, 3bの端部2aa, 2bb, 3aa, 3bbを除く部分と、高インピーダンスλ/4線路31と、低インピーダンスλ/4線路32と、第1の制御信号線4とが配線されている。

この基板10にチップ72a, 72bと、キャパシタ15a, 15bとしてのチップコンデンサ73a, 73bとを実装することにより、図10に示した移相器と同等の機能を実現できる。

【0110】

図27(A), (B)に示したように移相器をチップ化することにより、チップ71, 72a, 72b単体の不良検査を実施できるので、移相器が使用される回路全体の歩留まりを向上できるという利点がある。

【0111】

(第11の実施の形態)

図1に示した移相器では、スタブ2aとスタブ3aとを容量結合する第1の絶

縁手段として、アーム13の先端部下面とスタブ2aの端部上面との間に介在する絶縁膜14, 14aが用いられる。しかし、第1の絶縁手段は、これらの絶縁膜14, 14aを用いなくても構成できる。

図28は、第1の絶縁手段の他の構成例を示す平面図である。また、図29は、オフ時の第1の絶縁手段の断面図であり、図29(A)は図28におけるA-A'線方向の断面図、図29(B)は図28におけるB-B'線方向の断面図である。また、図30は、オン時の第1の絶縁手段の断面図であり、図30(A)は図28におけるA-A'線方向の断面図、図30(B)は図28におけるB-B'線方向の断面図である。

【0112】

図28に示すように、スタブ2aの端部の両側に、このスタブ2aと離間して、突起部84a, 84bがそれぞれ配置されている。突起部84a, 84bは図29に示すように、スタブ2aの厚みよりも僅かに厚く（高く）形成されている。突起部84a, 84bは、誘電体、半導体、導体のいずれで形成されてもよい。

一方、スタブ3aの端部上にはポスト82が形成されており、このポスト82の上面にはアーム83の基部が固定されている。このアーム83は、ポスト82の上面から隙間を跨いで、スタブ2aの端部の上方まで延在している。ただし、アーム83は基部よりも先端部の方が幅広となっており、図28に示すようにアーム83の先端部は突起部84a, 84bの両方と対向している。

【0113】

このような構成において、スタブ2aとアーム83との間に制御信号Sに基づく吸引力が発生すると、この力によりアーム83の先端部はスタブ2a側に引き寄せられる。しかし、突起部84a, 84bがストッパとして機能し、図30に示すようにアーム83の変位は突起部84a, 84bの上面で停止する。

このとき、スタブ2aとアーム83との間には薄い空気層84が形成される。この空気層84が介在することによりスタブ2aとアーム83とは直流ないし低周波的に絶縁されるが、空気層84の厚みは十分薄いのでスタブ2aとアーム83とは高周波的に結合される。

【0114】

以上、本発明による移相器の種々の形態を説明したが、この移相器は例えばフェーズドアレーアンテナなどに使用できる。

【0115】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明による移相器では、マイクロマシンスイッチのカンチレバーを分布定数線路上に固定設置すると共に、分布定数線路に第1の制御信号を直接印加してこの分布定数線路をマイクロマシンスイッチの制御電極として作用させる。これにより、従来のマイクロマシンスイッチで必要であったポスト、アーム、および上部・下部電極が不要となるので、マイクロマシンスイッチを小型化できる。したがって、スイッチング素子としてマイクロマシンスイッチを使用する移相器を全体として小型化できる。また、マイクロマシンスイッチの構造が簡単であるので、少ない工程で移相器を製造できる。

【0116】

また、高周波信号の通過を阻止する第1の高周波信号阻止手段を第1の制御信号線に接続することにより、第1の制御信号線への高周波信号の漏洩を防止できる。したがって、マイクロマシンスイッチの挿入損失を低減できる。また、第1の制御信号線から他の線路への電磁的結合を防止できるので、移相器が使用される回路の高周波特性を改善できる。

【0117】

また、移相器に含まれる第1および第2の分布定数線路のうち、第1の制御信号が印加されない方の分布定数線路に第4の制御信号線を接続し、この第4の制御信号線を介して静電誘導に基づく電荷の充放電を行う。これにより、マイクロマシンスイッチのスイッチング動作が安定すると共にスイッチング速度が速くなるので、移相器の移相量の切り換えを確実にしかも迅速に行うことができる。

また、第1の制御信号が印加されない方の分布定数線路に第4の制御信号線を接続し、第1の制御信号とは逆の極性の電圧をかけておくことにより、第1の制御信号の電圧の大きさを小さくできるので、サージおよびノイズの発生を抑制できる。

【0118】

これらの場合、高周波信号の通過を阻止する第2の高周波信号阻止手段を第4の制御信号線に接続することにより、第4の制御信号線への高周波信号の漏洩を防止できる。したがって、挿入損失の増加や高周波特性の劣化といった問題は生じない。

また、第1および第2の高周波信号阻止手段と共にキャパシタを用いたバイアスティーで構成する場合、構成部品を共用することにより、構成を簡略化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による移相器の第1の実施の形態の構成図である。

【図2】 図1に示した移相器の断面図である。

【図3】 図1に示した移相器の変形例を示す回路図である。

【図4】 第1の絶縁手段の変形例を示す断面図である。

【図5】 カンチレバーの変形例を示す断面図である。

【図6】 図1に示した移相器を製造する際の主要な工程を示す断面図である。

【図7】 図6に引き続く工程を示す断面図である。

【図8】 本発明による移相器の第2の実施の形態の構成図である。

【図9】 本発明による移相器の第3の実施の形態の構成を示す回路図である。

【図10】 第1の高周波信号阻止手段の第1構成例を示す図である。

【図11】 第1の高周波信号阻止手段の第2構成例を示す図である。

【図12】 第1の高周波信号阻止手段の第3構成例を示す回路図である。

【図13】 第1の高周波信号阻止手段の第3構成例の具体例を示す平面図である。

【図14】 第1の高周波信号阻止手段の第3構成例の具体例を示す平面図である。

【図15】 第1の高周波信号阻止手段の第4構成例を示す図である。

【図16】 第1の高周波信号阻止手段の第4構成例の変形例を示す図であ

る。

【図17】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第4の実施の形態の構成図である。

【図18】 本発明による移相器の第5の実施の形態の構成を示す回路図である。

【図19】 第1, 第2の高周波信号阻止手段の両方をフィルタ40と同様の構成としたときの移相器の構成図である。

【図20】 本発明による移相器の第6の実施の形態の構成を示す回路図である。

【図21】 図20に示した移相器の変形例を示す回路図である。

【図22】 本発明による移相器の第7の実施の形態の構成を示す平面図である。

【図23】 本発明による移相器の第8の実施の形態の一構成例を示す平面図である。

【図24】 本発明による移相器の第8の実施の形態の他の構成例を示す平面図である。

【図25】 2個の移相器を縦続接続したときの一構成例を示す平面図である。

【図26】 2個の移相器を縦続接続したときの他の構成例を示す平面図である。

【図27】 移相器をチップ化したものを基板に実装して図10に示した移相器を形成したときの平面図である。

【図28】 第1の絶縁手段の他の構成例を示す平面図である。

【図29】 図28に示した第1の絶縁手段のオフ時の断面図である。

【図30】 図28に示した第1の絶縁手段のオン時の断面図である。

【図31】 公知の移相器に従来のマイクロマシンスイッチを使用した場合の平面図である。

【図32】 図31に示した従来のマイクロマシンスイッチを拡大して示す平面図である。

【図33】 図31に示した従来のマイクロマシンスイッチの断面図である

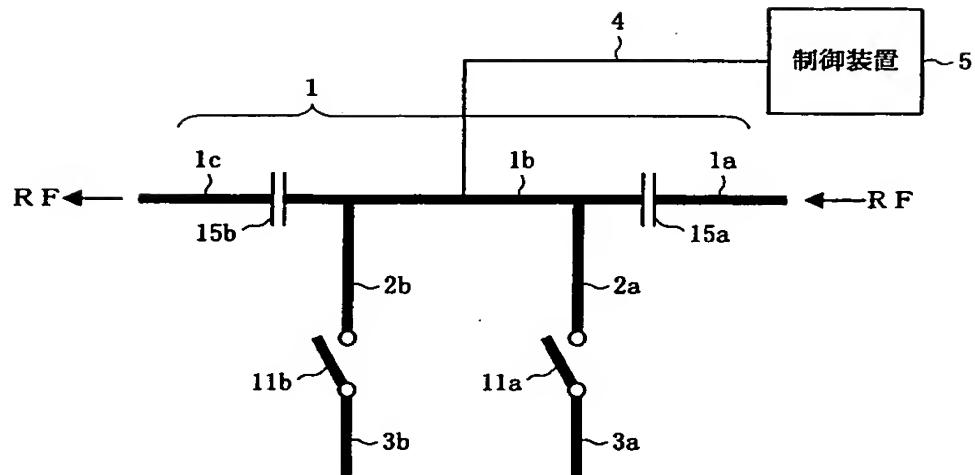
【符号の説明】

1, 101…主線路、1a～1c, 101a, 101b…線路、2a, 2b,
 3a, 3b…スタブ、3c, 43a, 44…電極、4, 4a, 104a～104
 h…制御信号線、5…制御装置、5a, 43…接地、5b…定電圧源、6, 6a
 …高周波信号阻止手段、10…基板、11a, 11b, 11a', 81, 111
 a～111d…カンチレバー、12, 12', 82…ポスト、13, 13', 8
 3…アーム、14, 14a, 14', 16a, 16b, 24, 35, 45, 11
 6a, 116b…絶縁膜、15a, 15b, 42, 115a, 115b…キャバ
 シタ、19-1～19-4…移相器、21…レジストパターン、21a…溝、2
 2…金属膜、23…犠牲層、30, 40, 50…フィルタ、31, 31a, 41
 , 41a…高インピーダンスλ/4線路、32, 32a, 32-1, 32-2…
 低インピーダンスλ/4線路、33…接続点、51…スパイラルインダクタ、5
 2…ミアンダラインインダクタ、61…抵抗素子、71, 72a, 72b…チップ、
 73a, 73b…チップコンデンサ、84…空気層、84a, 84b…突起部、
 91…マイクロ波回路、106a, 106b…切換線路

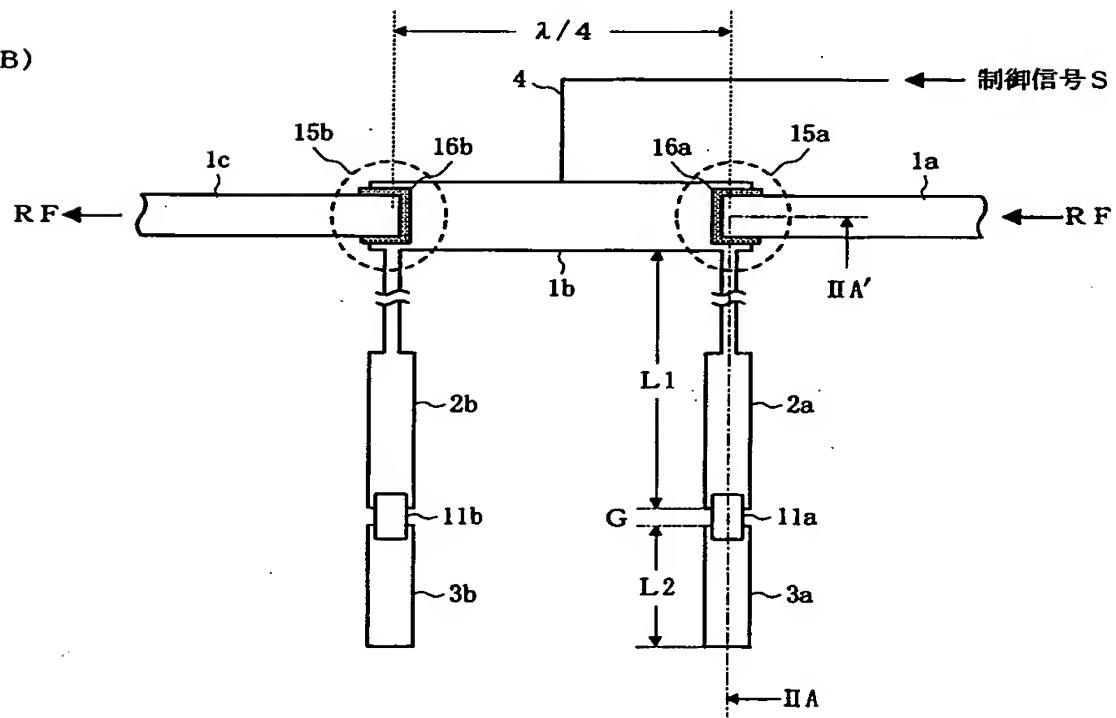
【書類名】 図面

【図1】

(A)

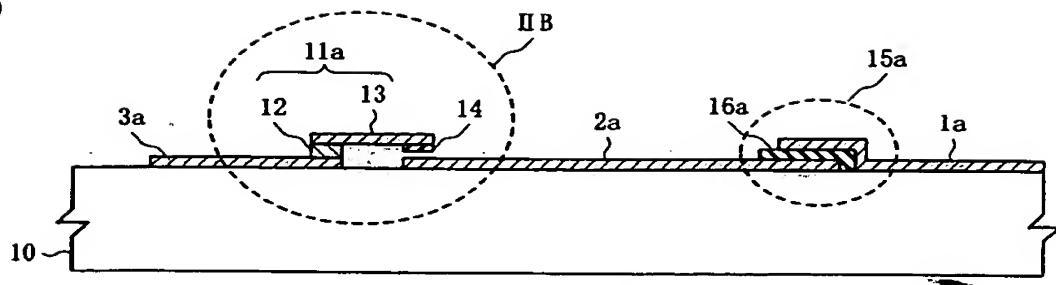


(B)

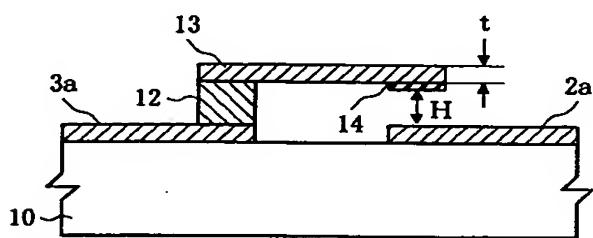


【図2】

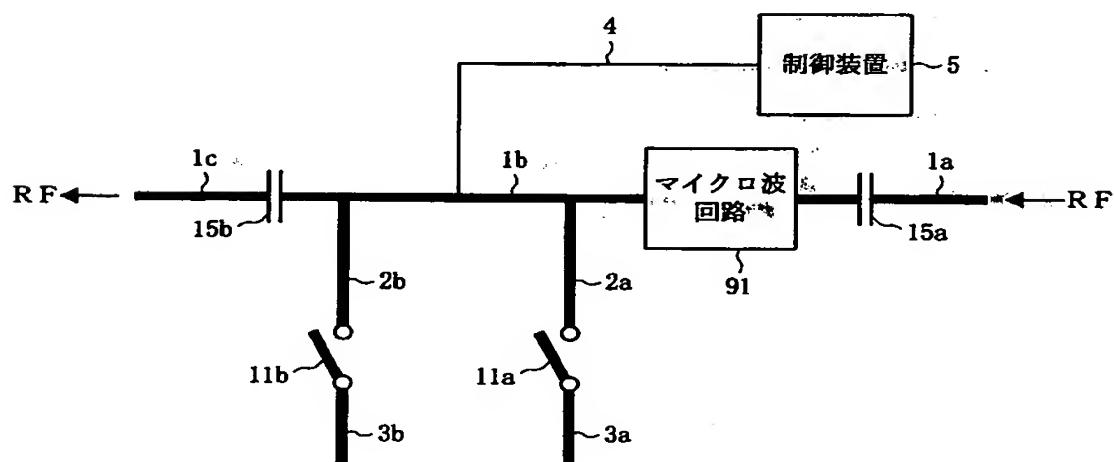
(A)



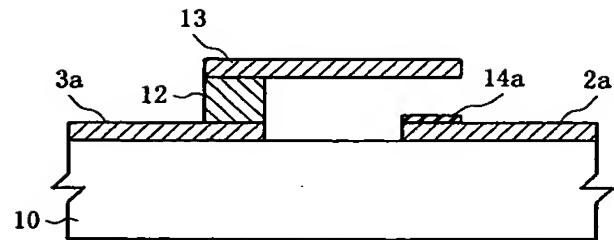
(B)



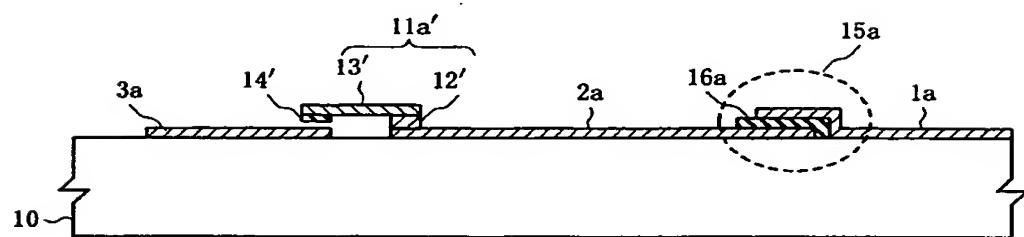
【図3】



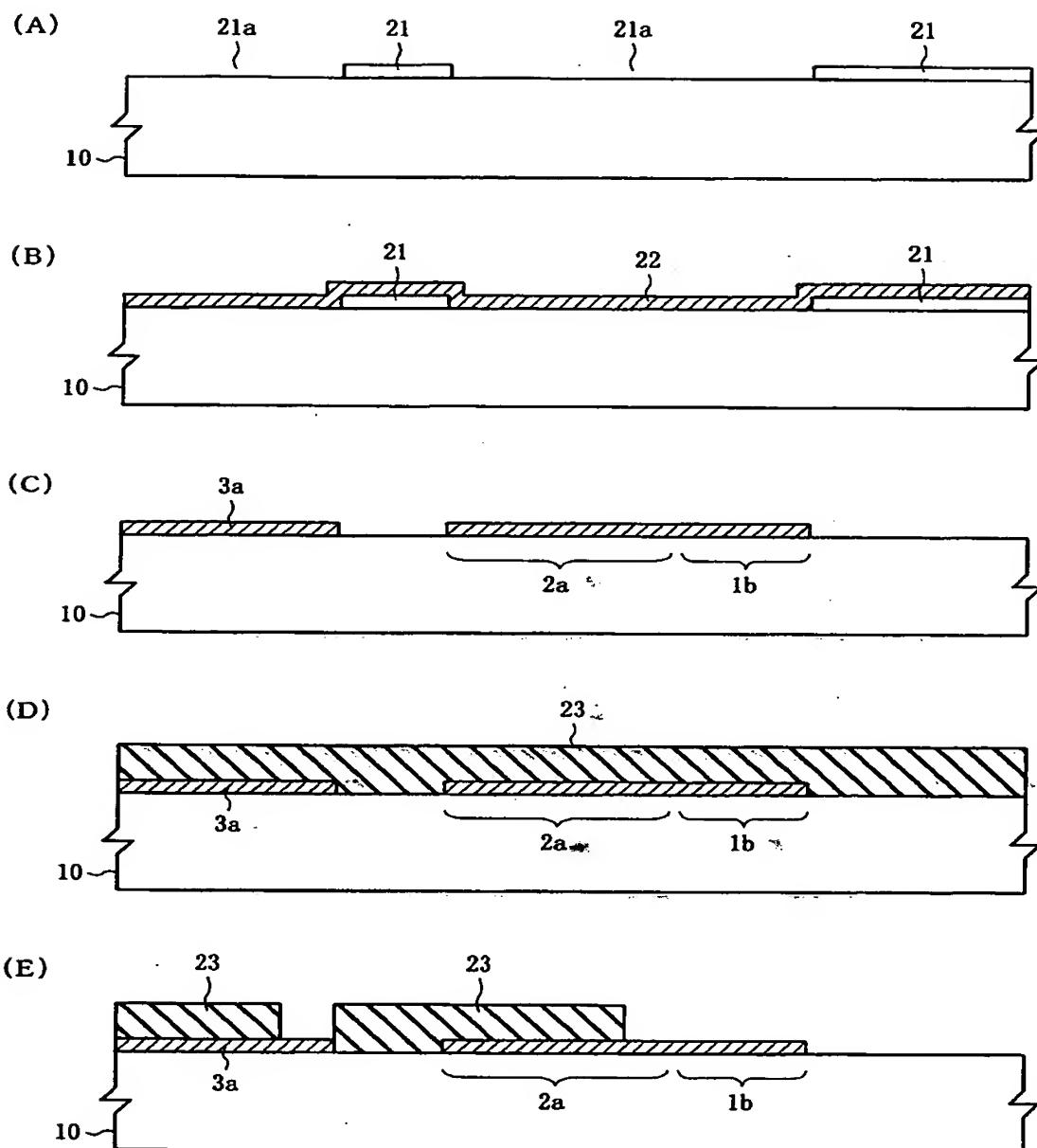
【図4】



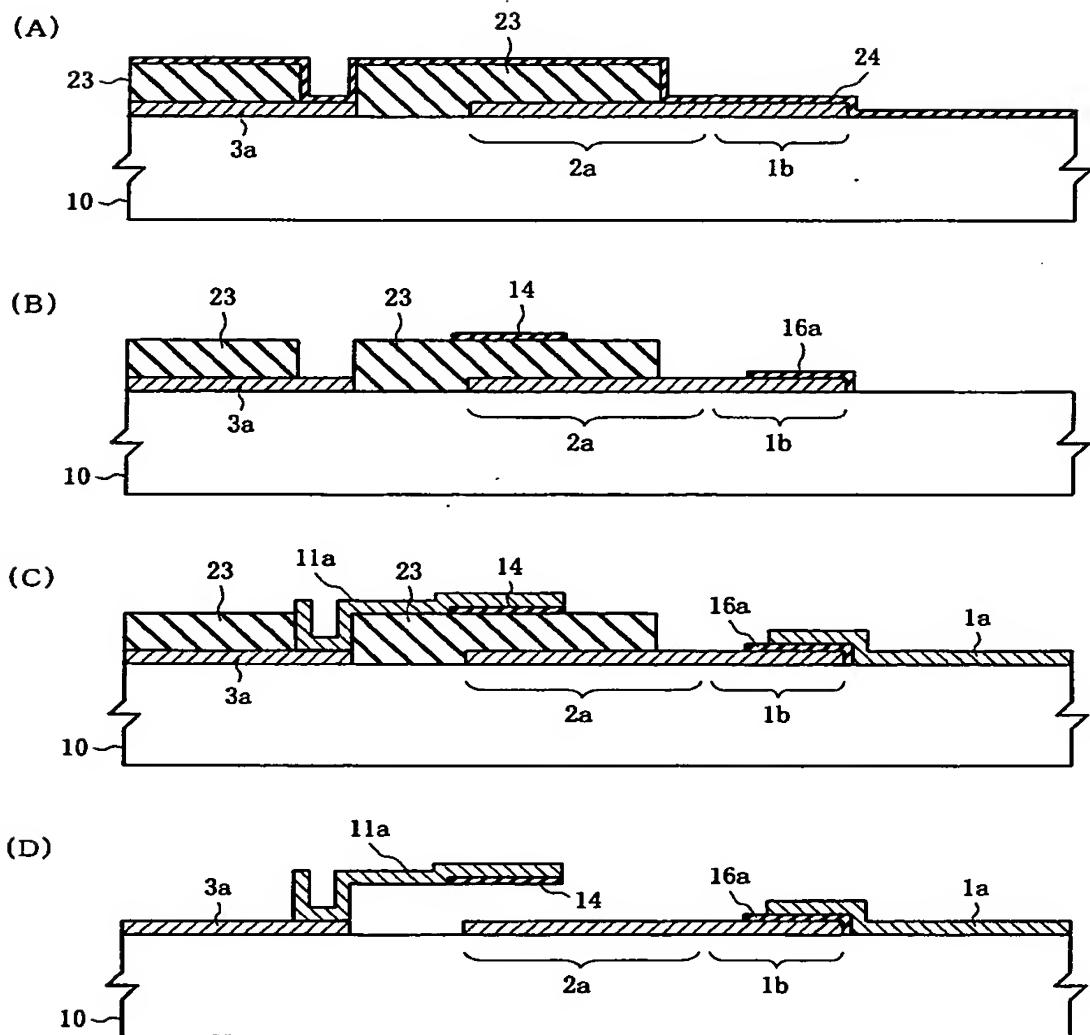
【図5】



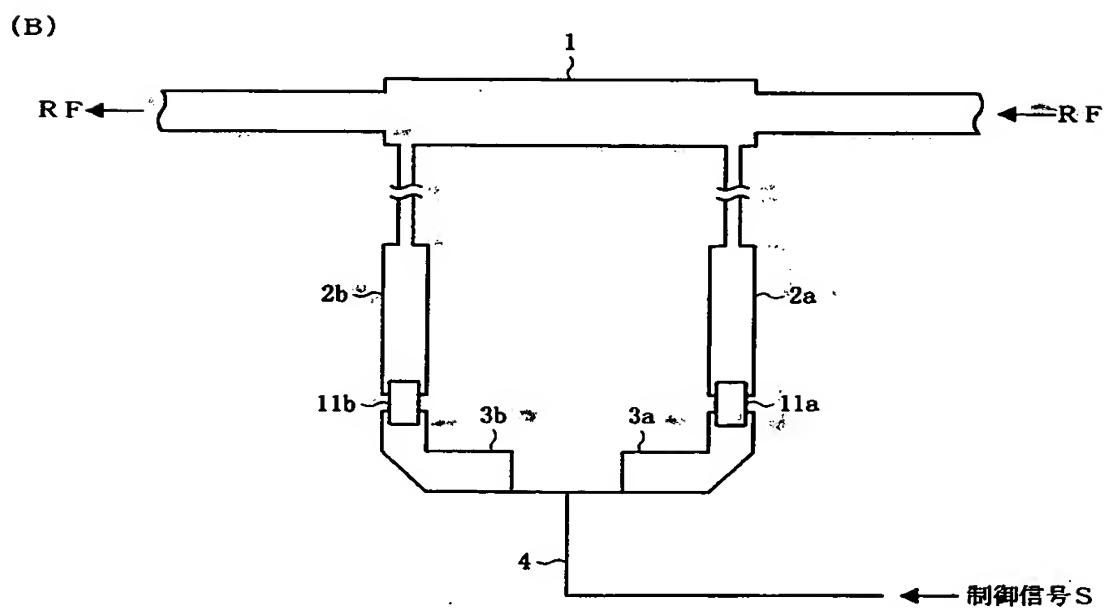
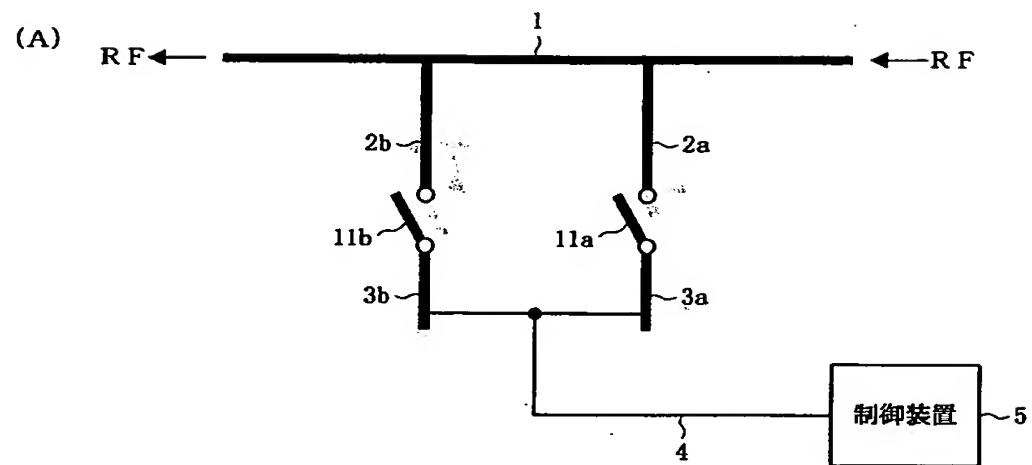
【図6】



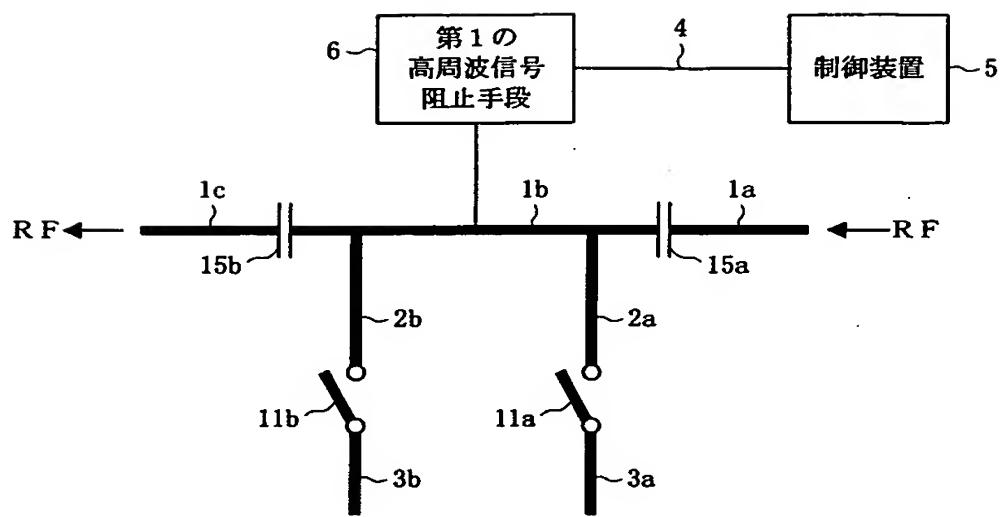
【図7】



【図8】

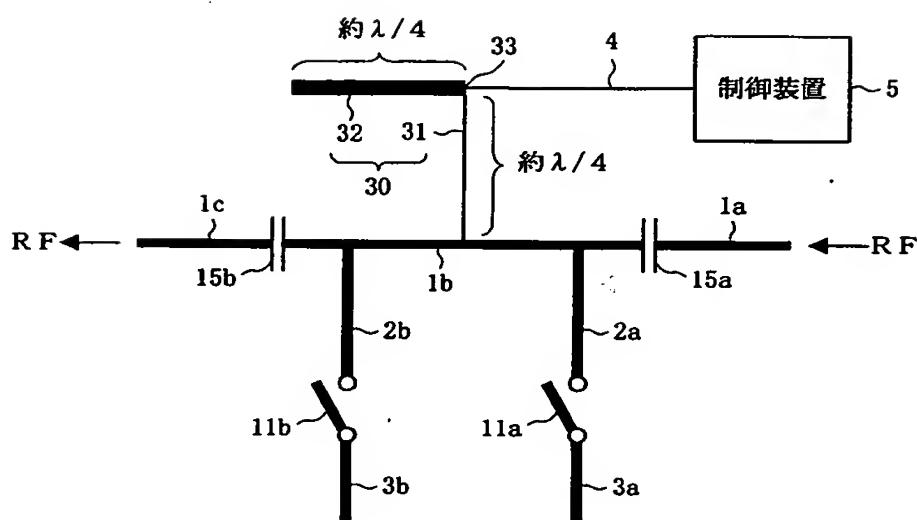


【図9】

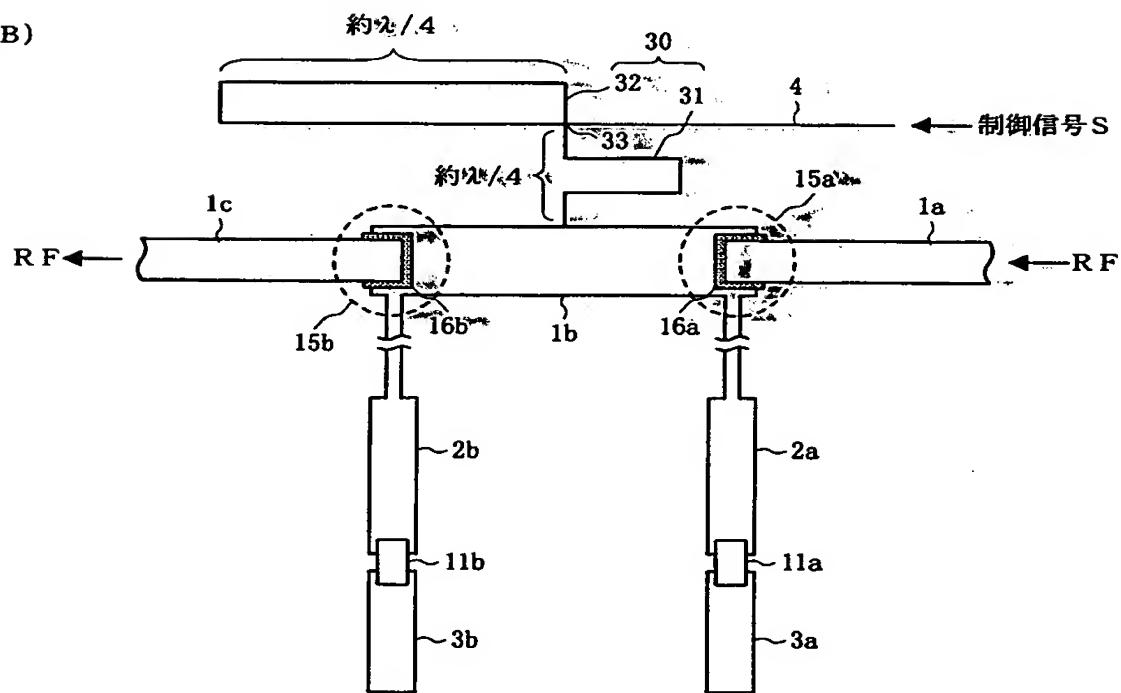


【図10】

(A)

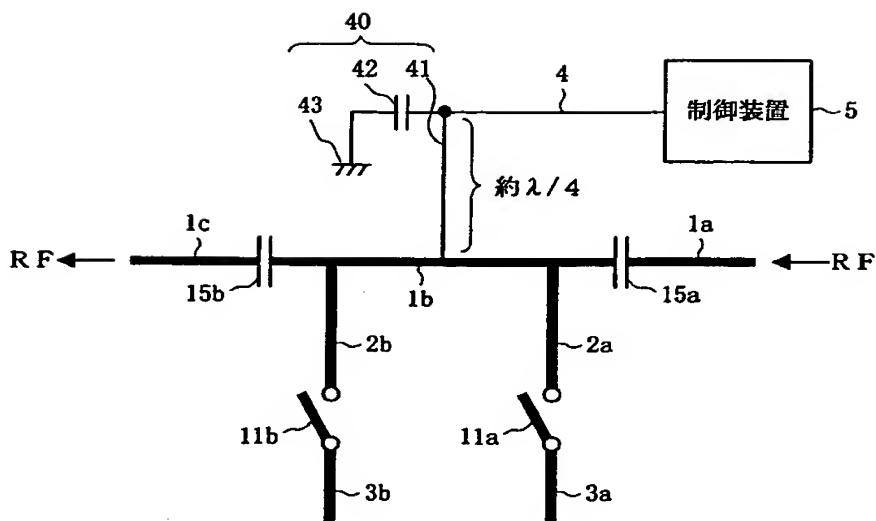


(B)

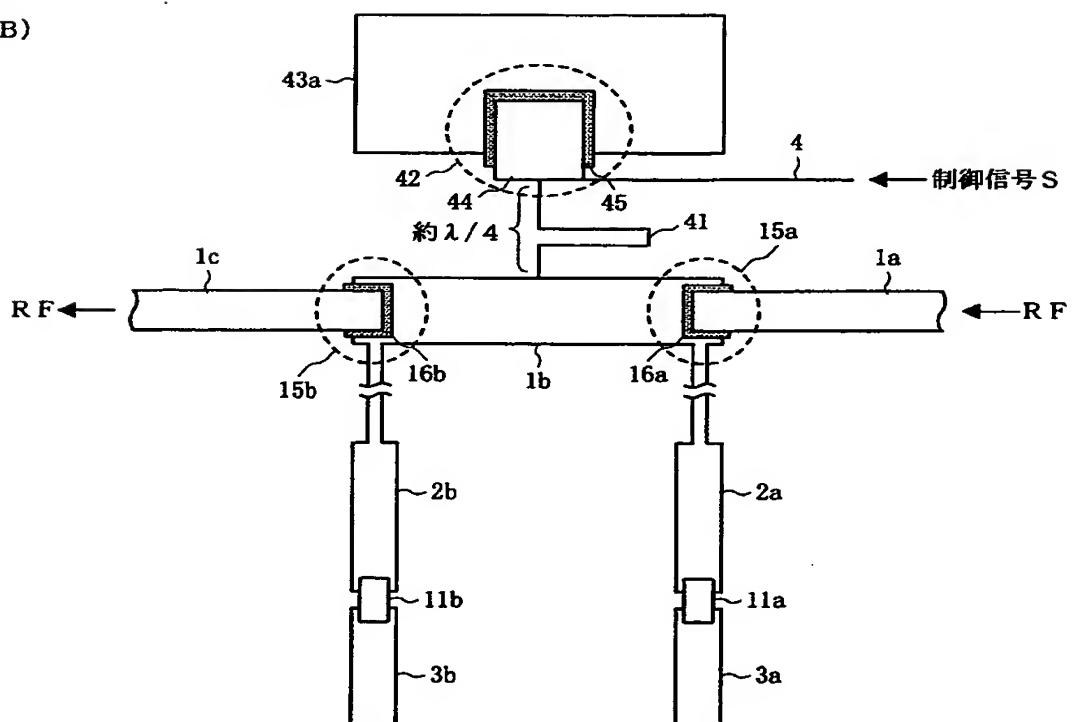


【図 1 1】

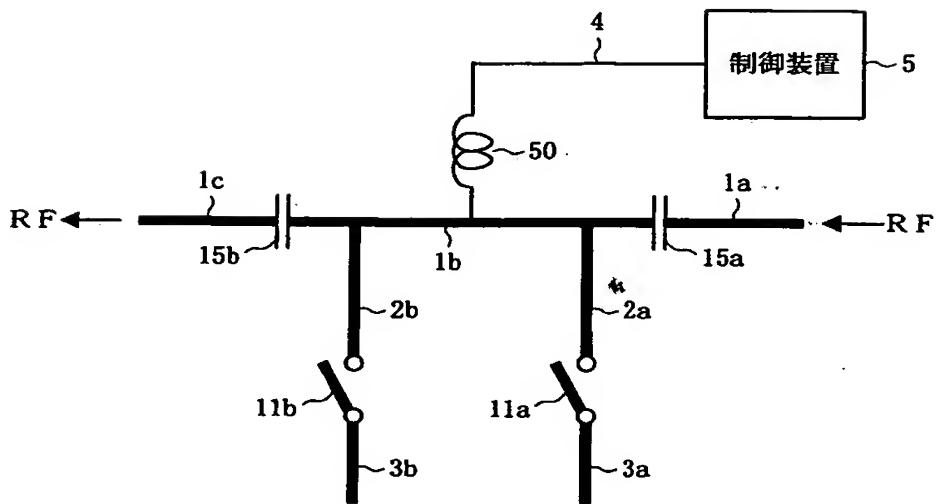
(A)



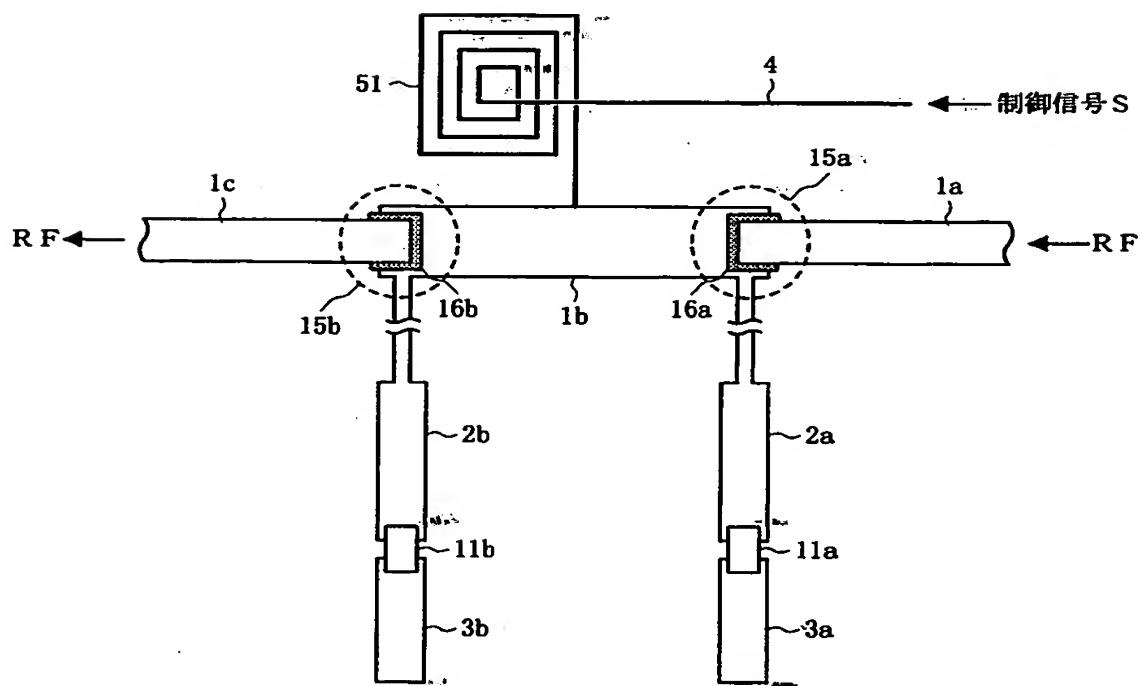
(B)



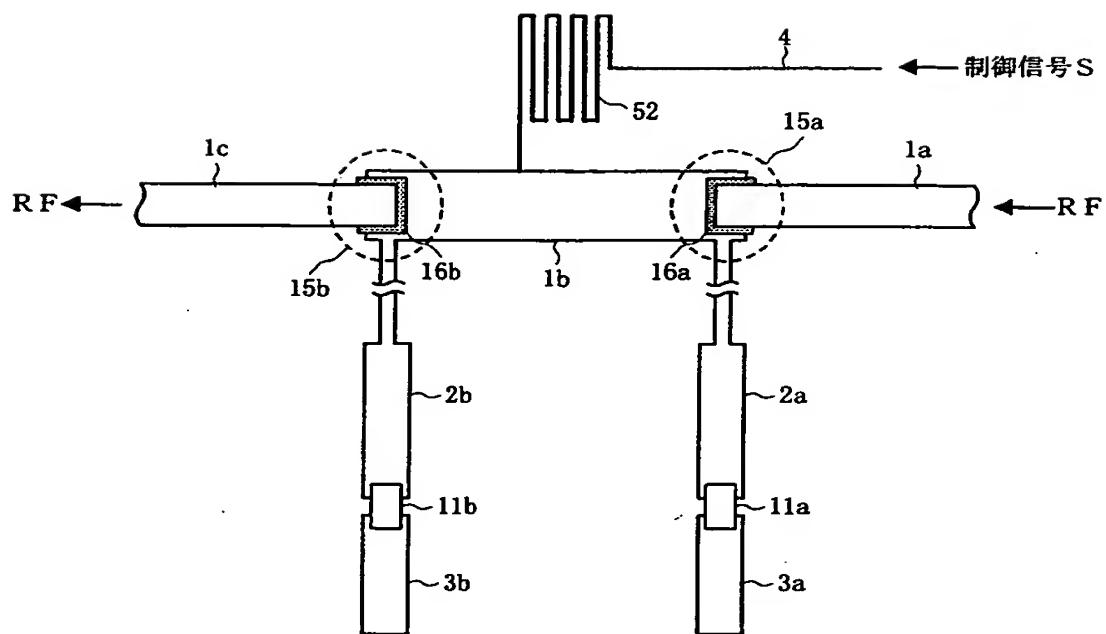
【図12】



【図13】

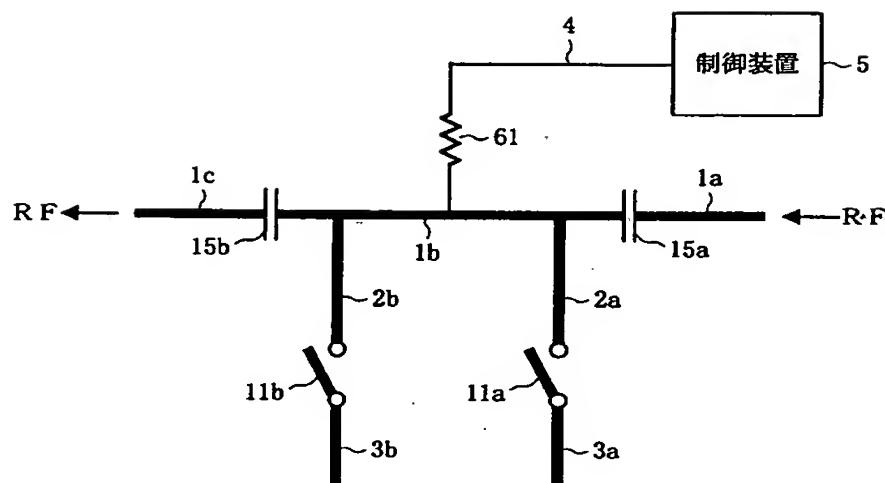


【図14】

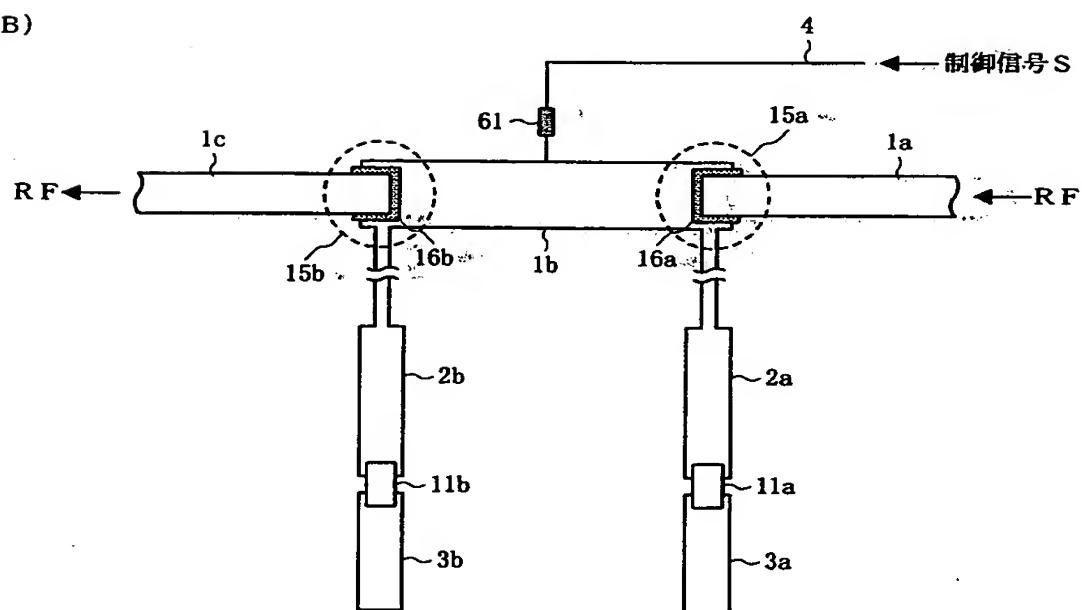


【図15】

(A)

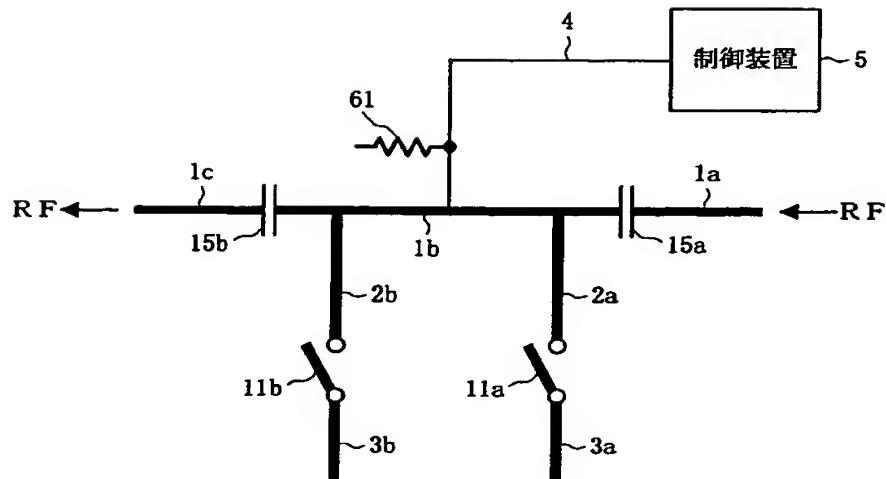


(B)

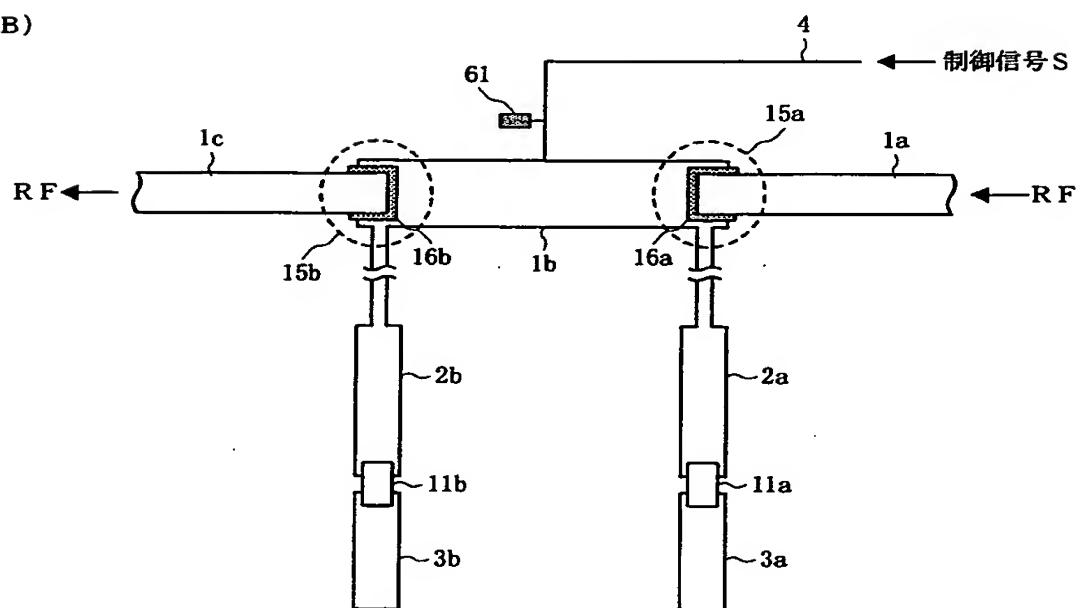


【図16】

(A)

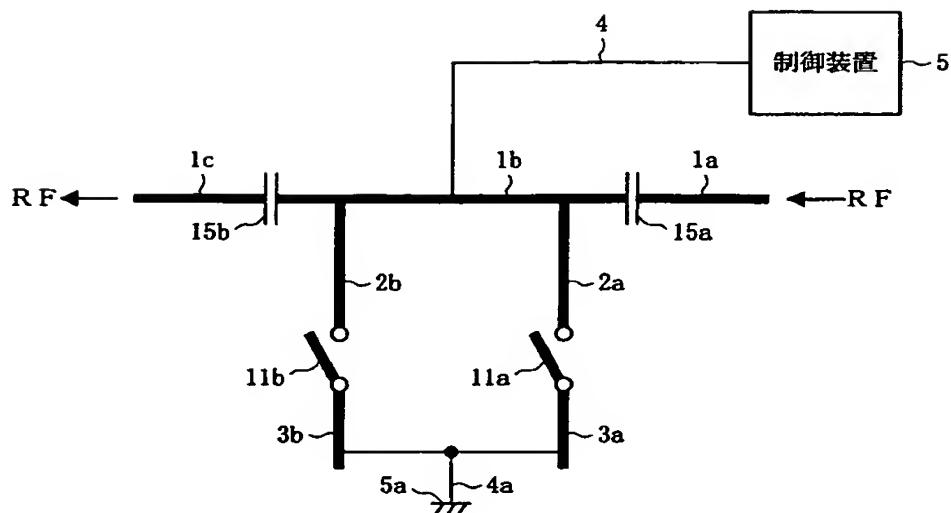


(B)

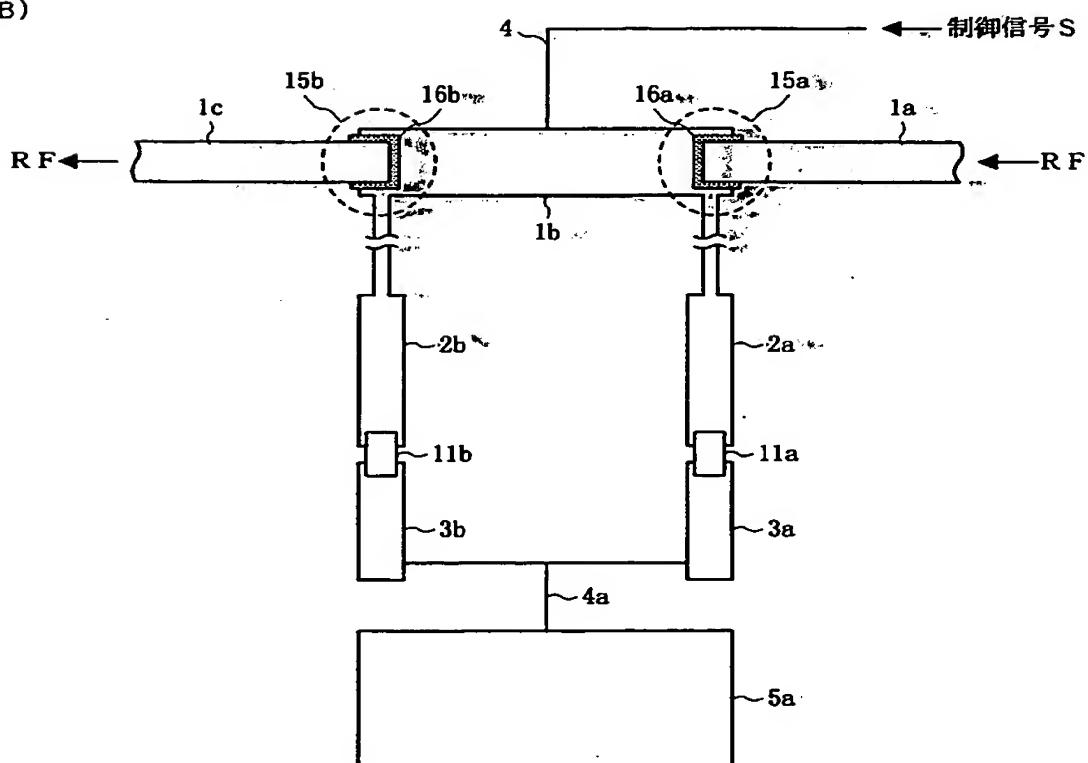


【図17】

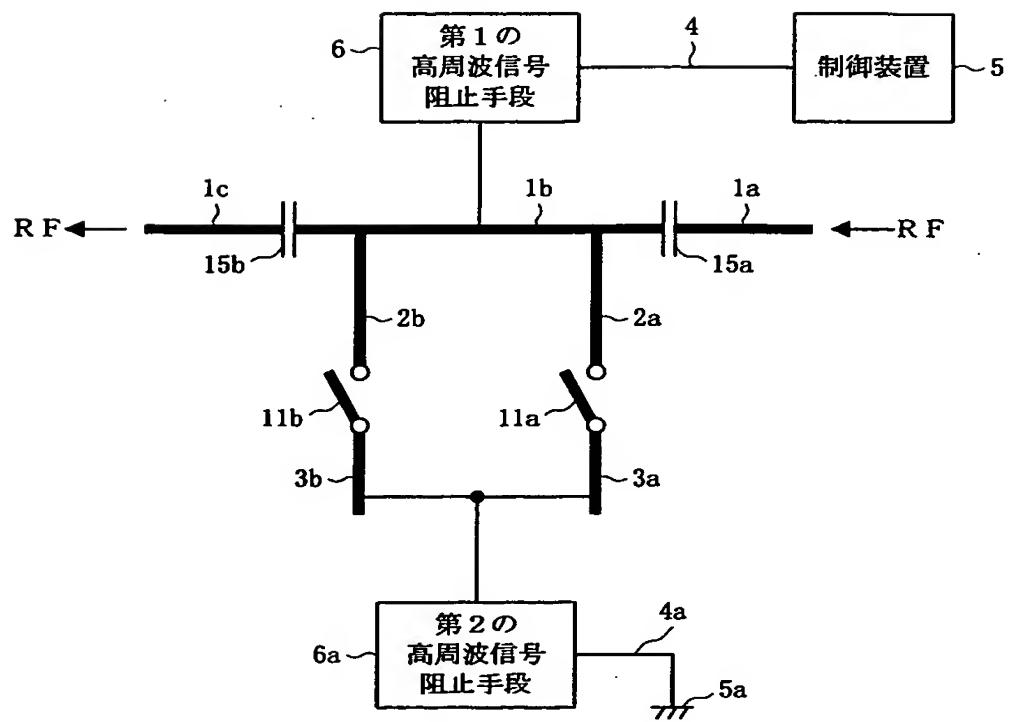
(A)



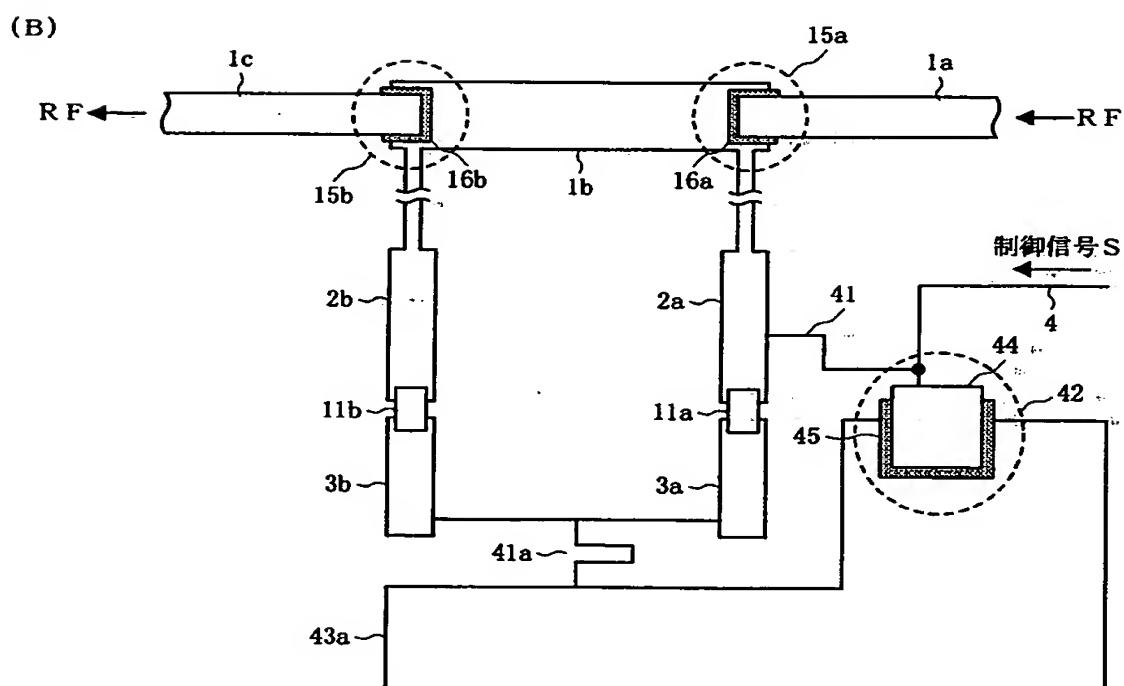
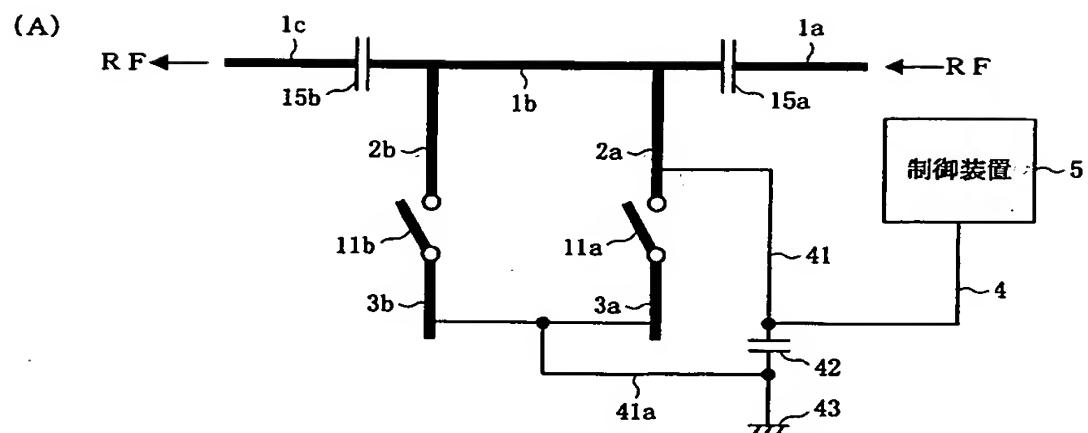
(B)



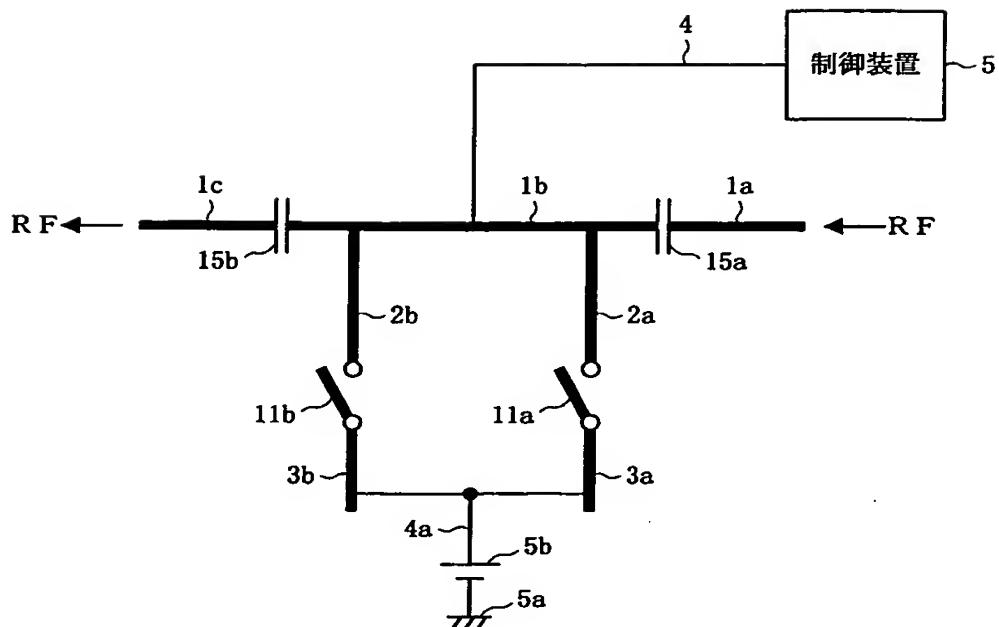
【図18】



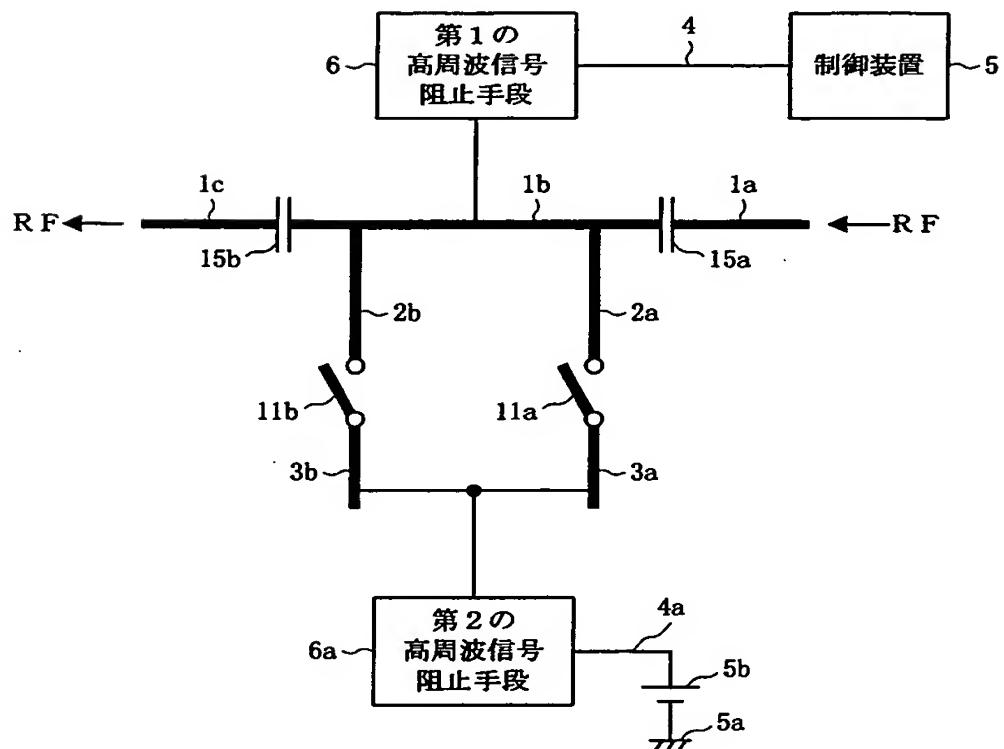
【図19】



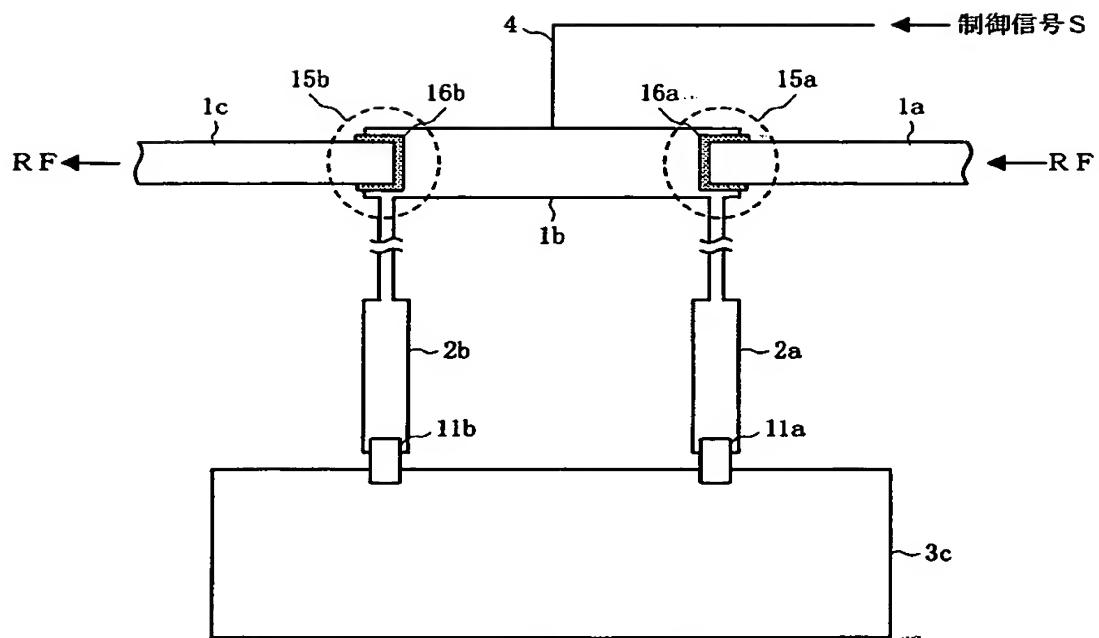
【図20】



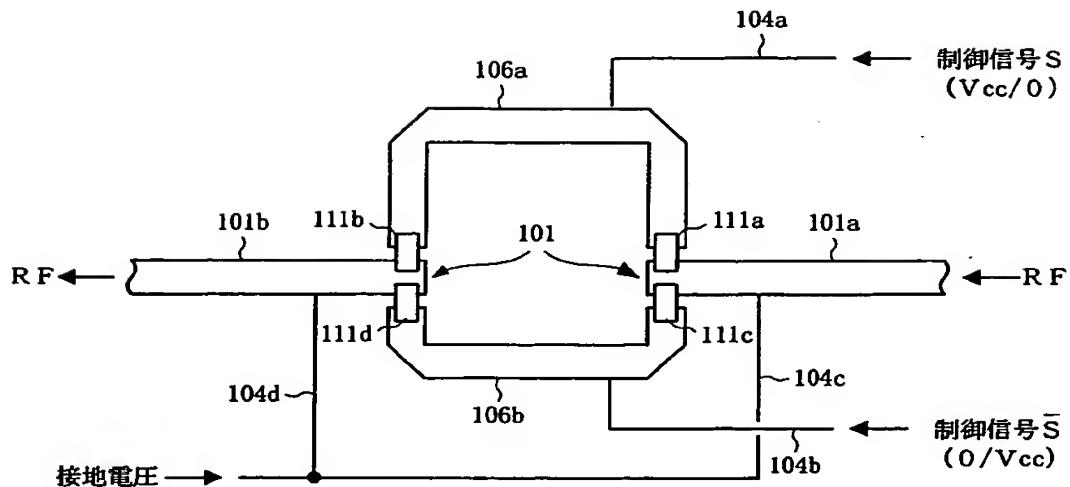
【図21】



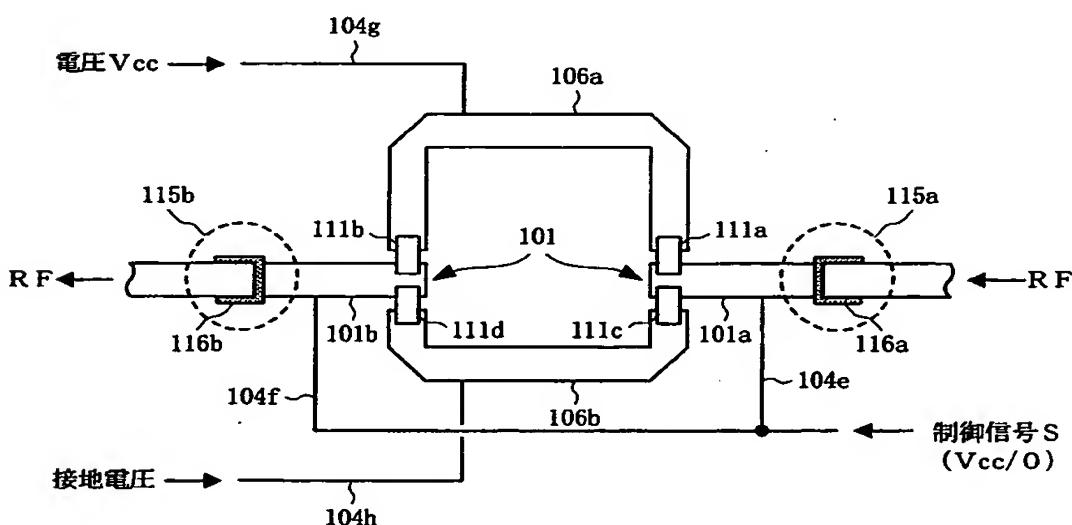
【図22】



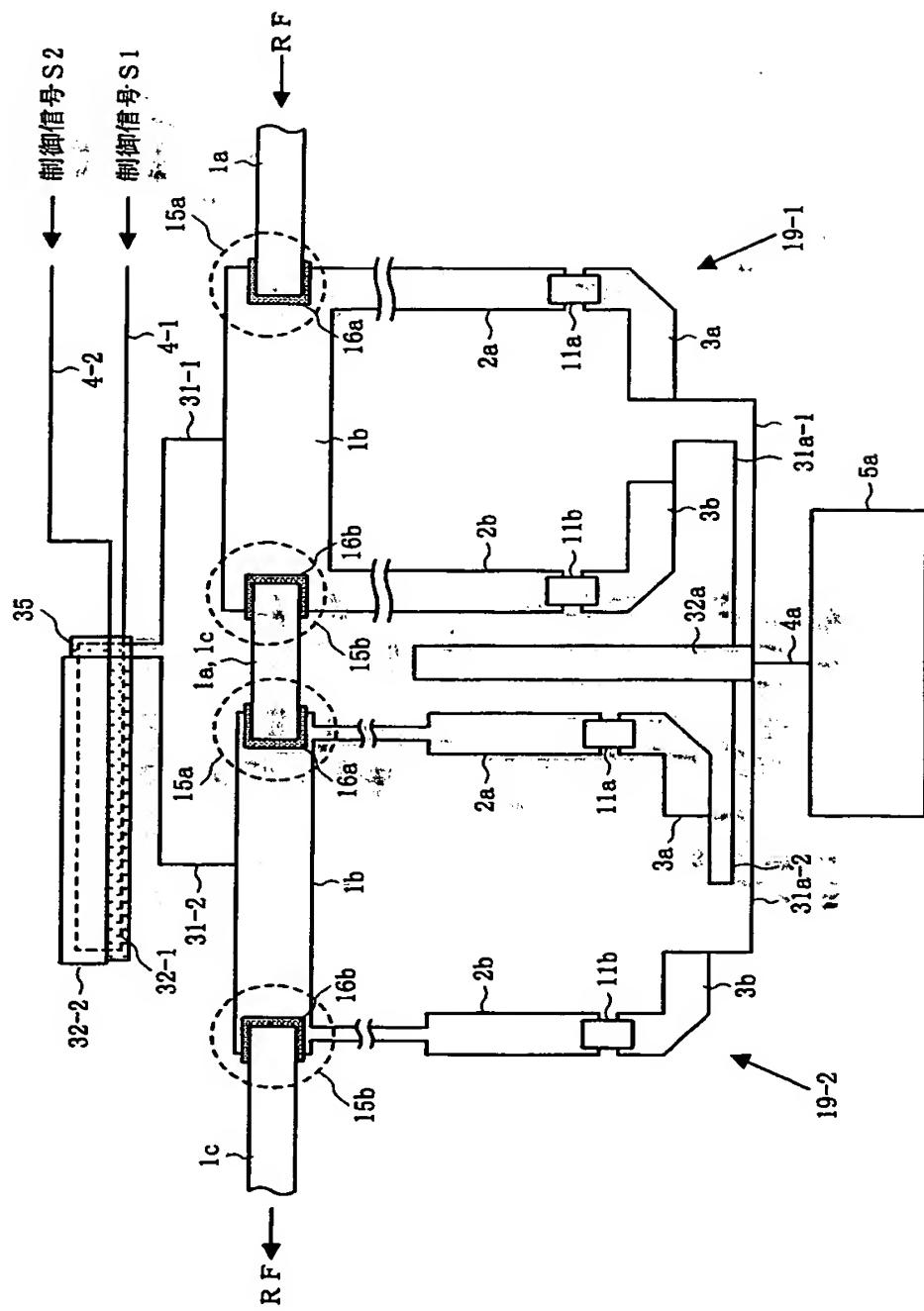
【図23】



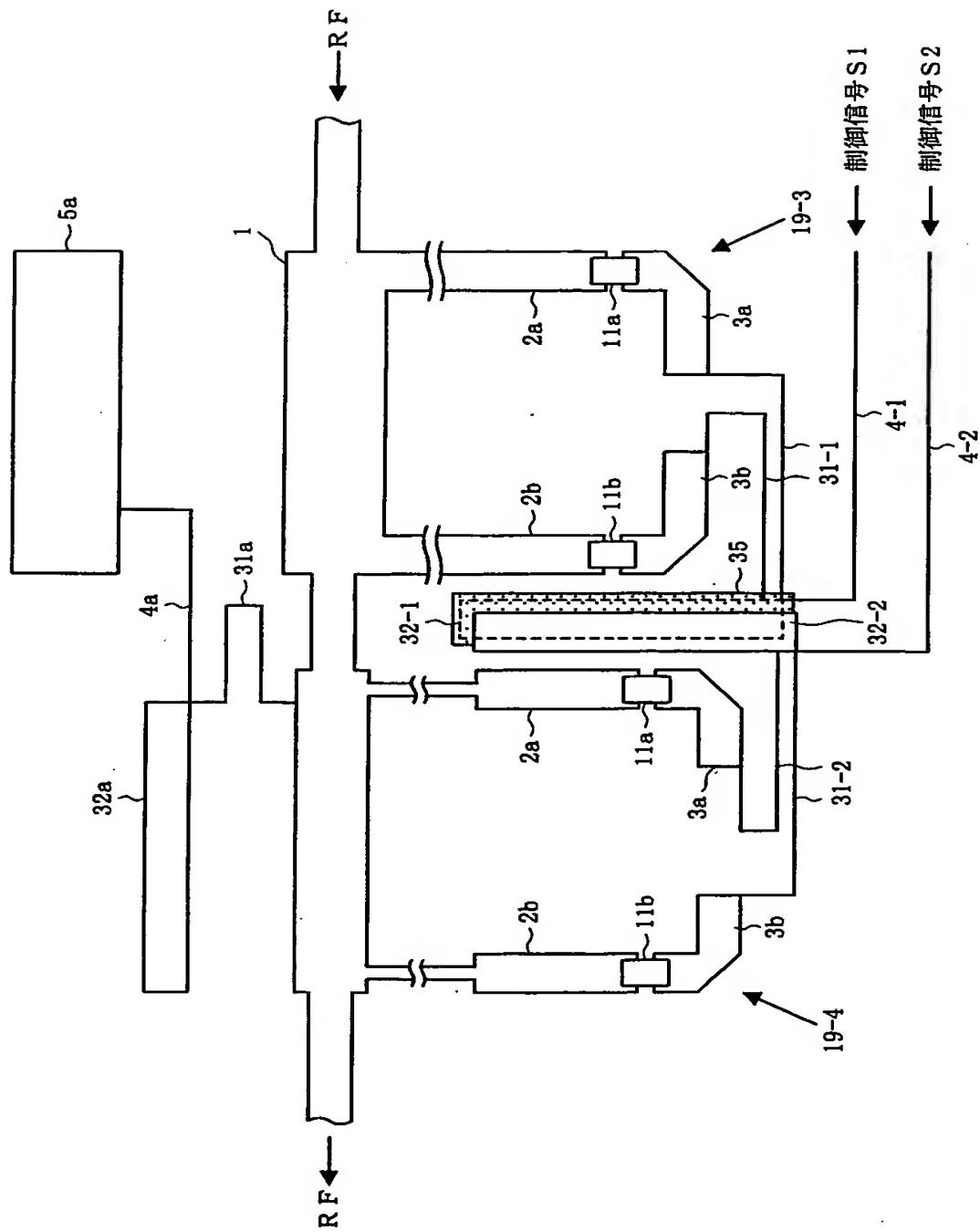
【図24】



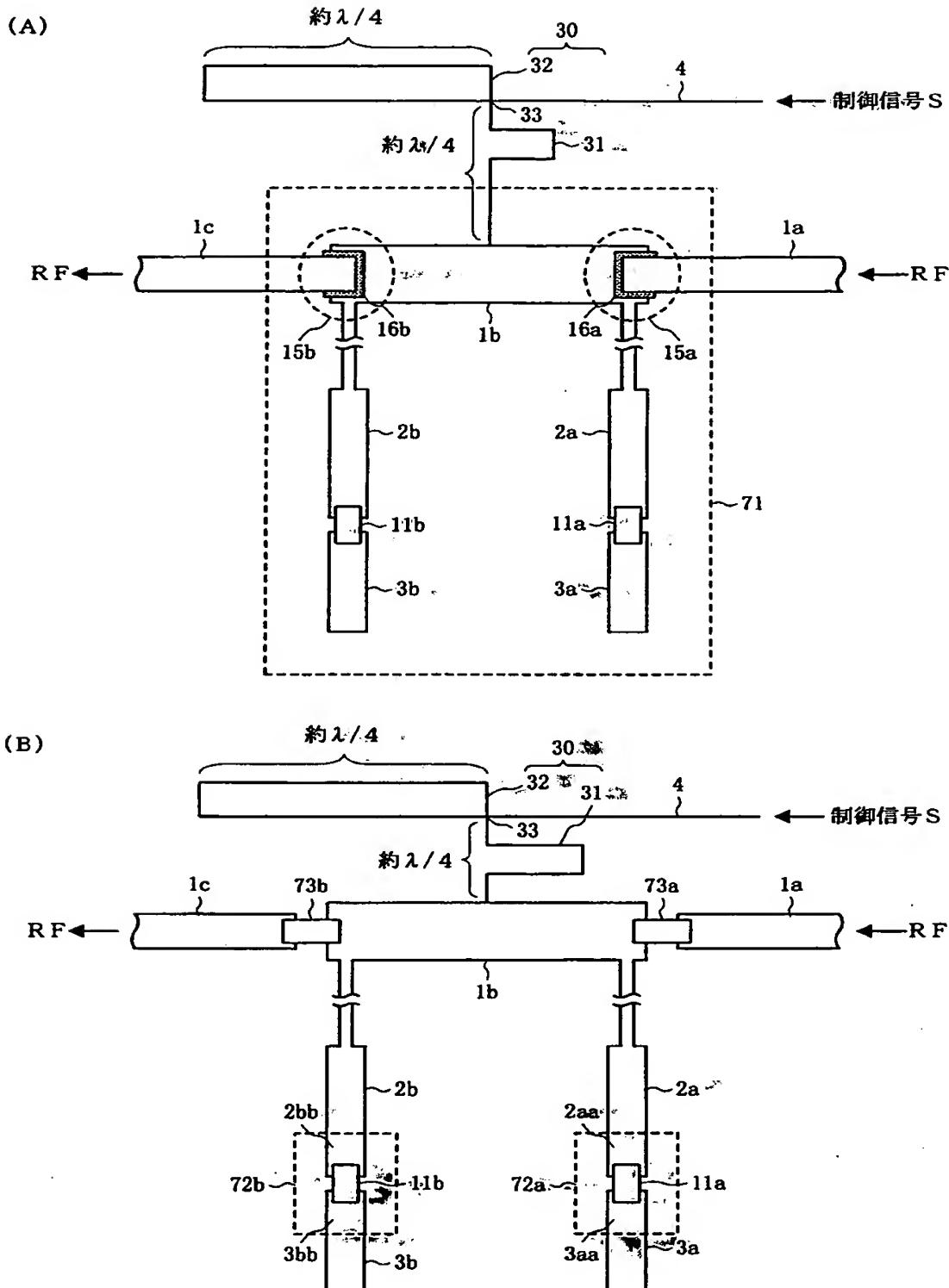
【図25】



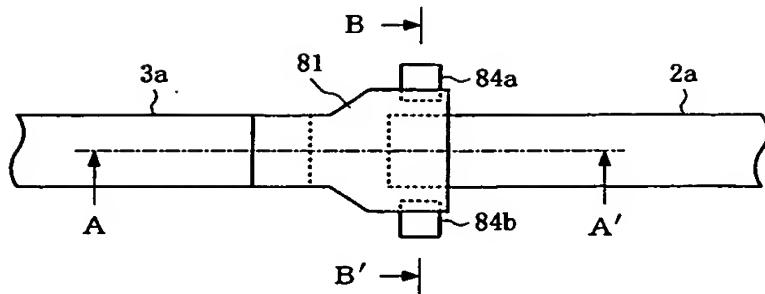
【図26】



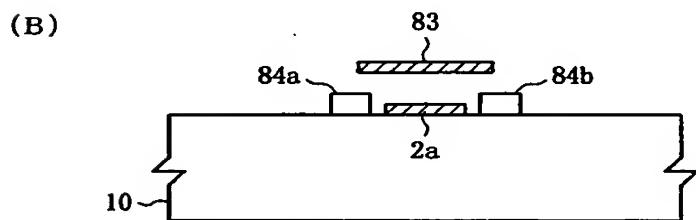
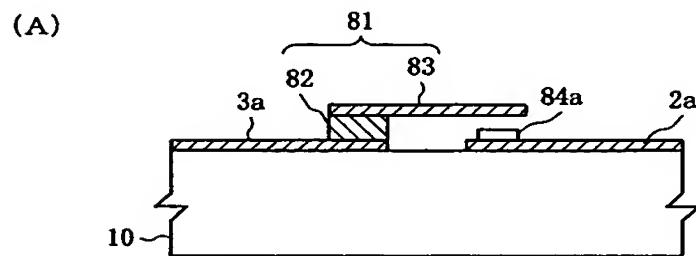
【図27】



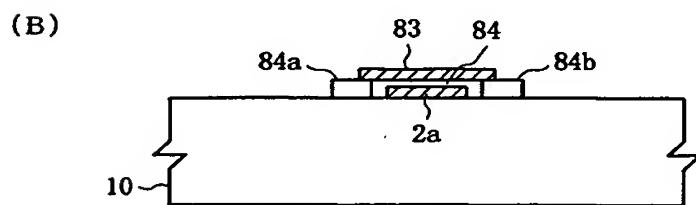
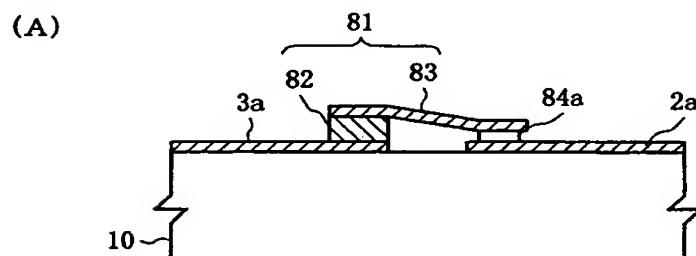
【図28】



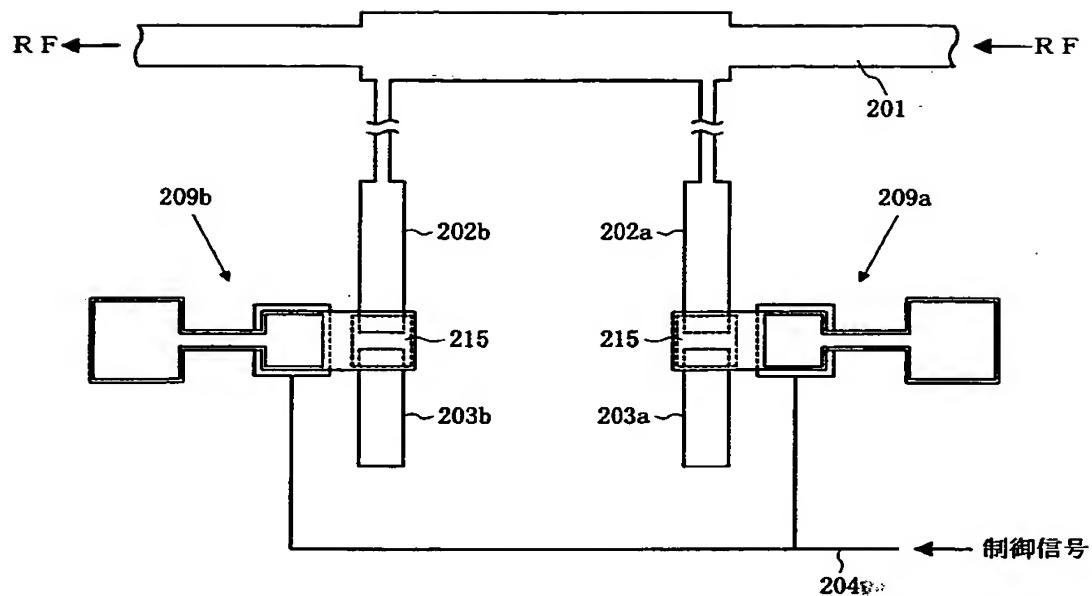
【図29】



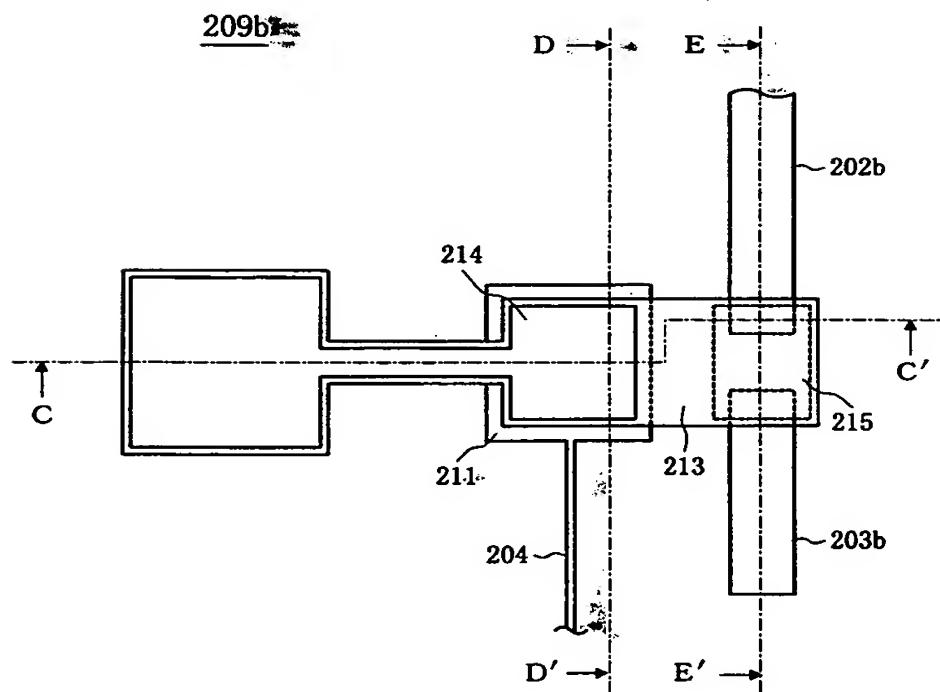
【図30】



【図31】

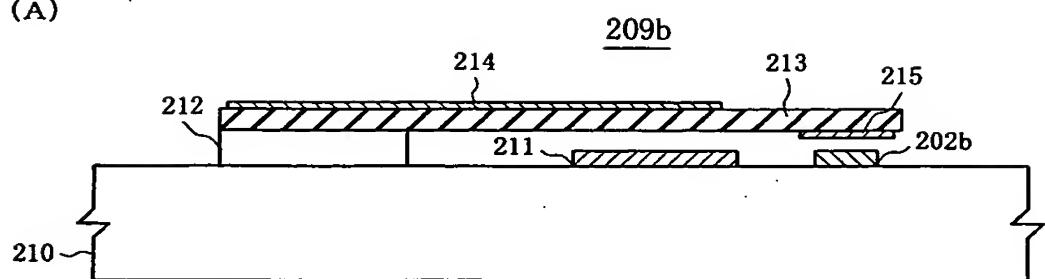


【図32】

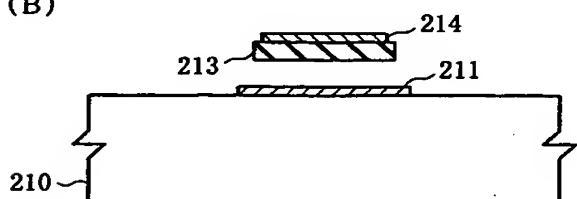


【図33】

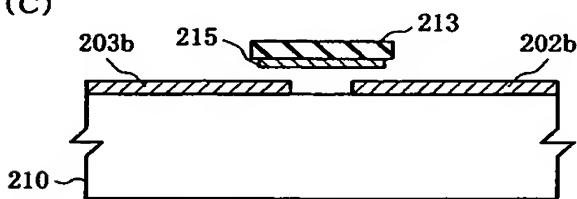
(A)



(B)



(C)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スイッチング素子としてマイクロマシンスイッチを使用する移相器を小型化する。

【解決手段】 一端が第2の分布定数線路3a, 3bに固定されるとともに他端が第1の分布定数線路2a, 2bと接離自在に形成されたカンチレバー11a, 11bと、第1の分布定数線路2a, 2bとカンチレバー11a, 11bとの対向領域に形成された第1の絶縁手段と、第1の絶縁手段と共に第1の制御信号4の電圧値を保持する第2の絶縁手段15a, 15bを含むマイクロマシンスイッチを備える。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)